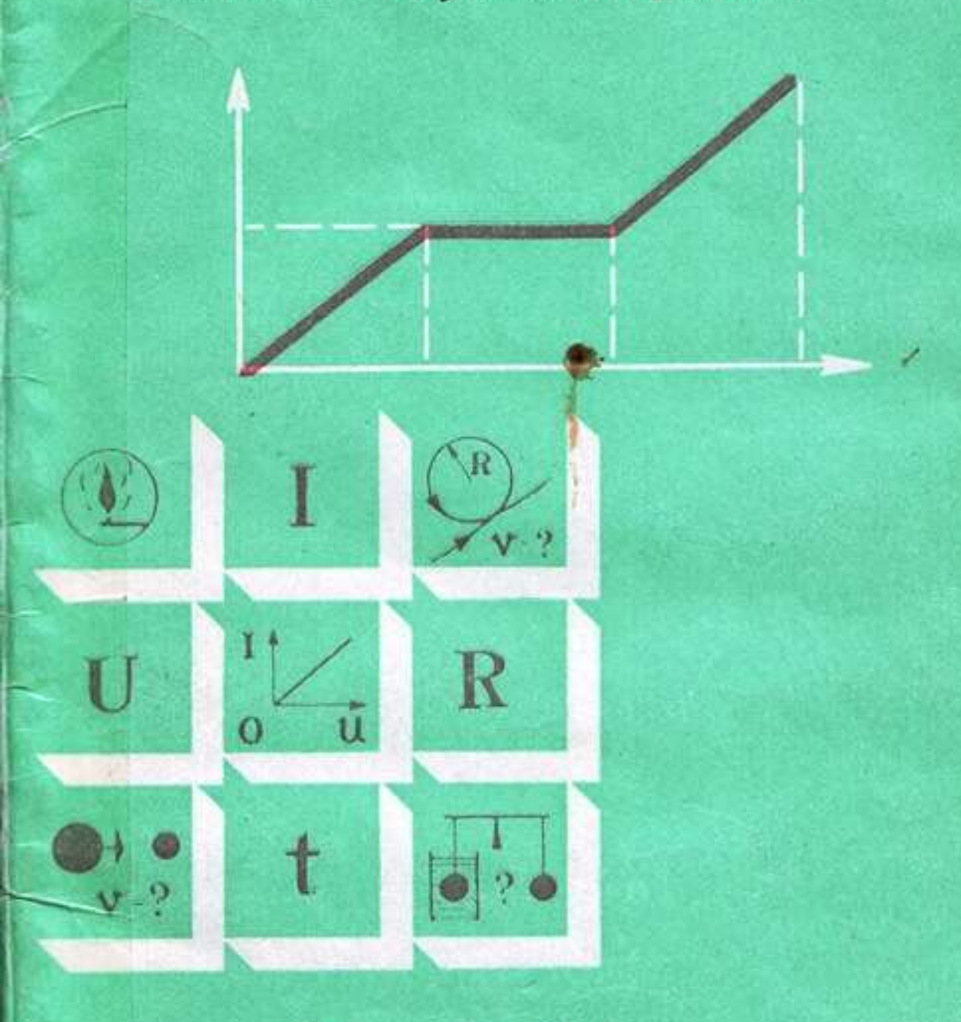
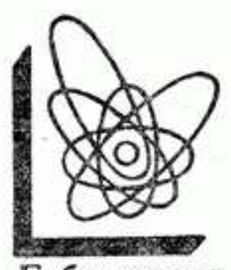
Библиотека учителя физики



А. В. Усова А. А. Бобров

Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики

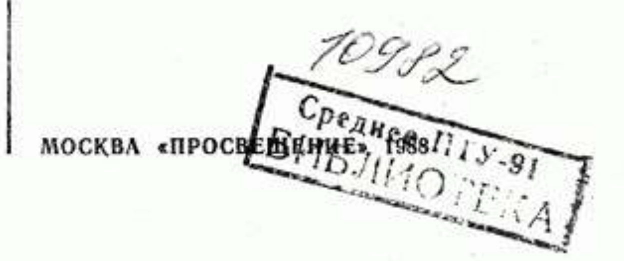


Библиотека учителя физики

А.В.Усова А.А.Бобров

Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики

Рекомендовано Главным управлением общего среднего образования Министерства просвещения СССР



МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1988

ББК 74.265.1
У76

Рецензенты:

учитель средней школы № 916 Москвы А. М. Кливасов;
учитель физики А. З. Синяков.

Усова А. В., Бобров А. А.
У76 Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики.— М.: Просвещение, 1988.— 112 с.: ил.— (Б-ка учителя физики).
ISBN 5-09-000630-X

В пособии раскрывается методика формирования учебных умений и навыков учащихся в процессе обучения физике.

У $\frac{4306010000-544}{103(03)-88}$ подписное ББК 74.265.1

Учебное издание

Усова Антонина Васильевна
Бобров Анатолий Александрович

ФОРМИРОВАНИЕ УЧЕБНЫХ УМЕНИЙ
И НАВЫКОВ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

Зав. редакцией *И. А. Иванов*
Редактор *О. В. Серышева*
Младший редактор *О. В. Агапова*
Художник *Л. Н. Сивков*
Художественный редактор *В. М. Прокофьев*
Технический редактор *Т. П. Локтионова*
Корректор *Н. И. Новикова*

ИБ № 10587

Сдано в набор 08.01.88. Подписано к печати 06.05.88. Формат 60×90$^1/_{16}$. Бум. типограф. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 7. Усл. кр.-отт. 7,38. Уч.-изд. л. 7,60. Тираж 125 500 экз. Заказ № 1864. Цена 20 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 129846, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Областная ордена «Знак Почета» типография им. Смирнова Смоленского облуправления издательств, полиграфии и книжной торговли. 214000, г. Смоленск, пр. им. Ю. Гагарина, 2.

ISBN 5-09-000630-X

ПРЕДИСЛОВИЕ

В книге раскрываются основы методики формирования у школьников учебных умений по физике на различных этапах обучения; дается классификация этих умений.

Использование материала данного пособия поможет учителю более полно и глубоко осуществлять всестороннее развитие подрастающего поколения.

Показывая методы формирования обобщенных познавательных и практических умений, авторы обосновывают роль межпредметных связей физики с другими предметами естественного цикла, а также предлагают методы формирования у учащихся умений самостоятельно наблюдать, ставить опыты, работать с учебником и дополнительной литературой.

Пособие написано на основе обобщения опыта работы учителей школ Челябинска и Омска.

Экспериментальная проверка проводилась в Челябинске учителями физики школы № 31 Н. С. Чачковской, Г. Л. Козловым, а также учительницей химии той же школы В. П. Банниковой; учителями физики школы № 147 Э. В. Краевой, Г. А. Гурьяновым и школы № 80 А. П. Лыкасовой; бывшим учителем физики Большереченской средней школы Омской области Ю. П. Дубенским и многими другими.

Глава I

ПСИХОЛОГО-ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ У УЧАЩИХСЯ УЧЕБНЫХ УМЕНИЙ

§ 1.1. ПОНЯТИЯ «УМЕНИЕ» И «НАВЫК» В ПСИХОЛОГИИ И ДИДАКТИКЕ

Научно-технический прогресс неизбежно приводит к возрастанию объема знаний, которые должны быть приобретены в период обучения в средней школе, повышает требования к уровню общего образования людей.

Когда возникла необходимость в общем обязательном среднем образовании, актуальной стала проблема совершенствования содержания, методов и организационных форм обучения. Необходимо не только сообщить систему научных знаний, но и вооружить учащихся целым рядом умений и навыков познавательного и практического характера. Поэтому, говоря о поисках путей совершенствования процесса обучения, следует иметь в виду не только совершенствование методов сообщения новых знаний, но также совершенствование методики формирования у учеников умений и навыков.

Но сначала необходимо выявить смысл понятия «умение», а затем понятия «навык».

Будем рассматривать понятие «умение» как готовность личности к определенным *действиям или операциям в соответствии с поставленной целью, на основе имеющихся знаний и навыков.*

Все психологи отмечают существенное свойство умения — *обобщенность,* которое позволяет решать поставленные задачи в различных меняющихся условиях деятельности. По их мнению, обобщенность — специфическое свойство умения, позволяющее отличить его от навыка, хотя и навык обладает определенной, но ограниченной вариативностью, находящей применение в меняющихся условиях.

Б. М. Богоявленский, Н. А. Менчинская и их сотрудники в своих работах выделяют наряду с умениями, носящими частный характер, умения более общего характера, находящие свое применение в различных изменяющихся ситуациях и позволяющие решать широкий круг задач; подчеркивают, что характерной чертой развивающего обучения является накопление не только фонда знаний, но и умственных операций, приемов, хорошо «отработанных» и прочно закрепленных. Такие операции и приемы можно отнести к интеллектуальным умениям, например сравнение, анализ, синтез, абстрагирование, обобщение, классификация, умозаключение.

В психолого-педагогической литературе различают *простые* и *сложные* умения, *специальные* и *обобщенные*. Понятие «обобщенное умение» введено сравнительно недавно, в 1969 г., А. В. Усовой. Позже появились исследования, где это понятие расширилось; к нему стали относить интеллектуальные умения, которые, как пишет Г. И. Щукина, «мобильны, подвижны, вариативны, безотказно действуют в любых ситуациях и на любом предметном материале. Овладение обобщенными умениями позволяет школьнику действовать свободно, быстро совершать любые предметные действия». Такие умения характеризуются сознательностью, интеллектуальностью, целенаправленностью, произвольностью, плановостью, прогрессивностью, практической действенностью, слиянием умственных и практических действий, а также вариативностью способов достижения целей. К обобщенным умениям также относятся умения самостоятельно работать с литературой, а также умения наблюдать и ставить опыты. Поэтому *категорию умений, гибких по своим свойствам, легко переносимых в новые обстоятельства, нацеленных на развитие интеллектуальных способностей учащихся, можно назвать обобщенными* умениями.

Они обладают свойством широкого переноса; их можно использовать при решении широкого круга задач не только в рамках одного предмета, но и на уроках по другим учебным дисциплинам, а также в практической деятельности.

Обобщенные умения формируются на понимании научных основ и структуры деятельности.

§ 1.2. ВИДЫ УЧЕБНЫХ УМЕНИЙ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

В учебной деятельности ведущая роль принадлежит *учебным умениям*, при помощи которых человек познает объективную реальность, обогащает свой опыт, овладевает средствами воздействия на природу. В. И. Ленин, говоря о развитии личности при коммунизме, писал, что наше общество будет «...переходить к уничтожению разделения труда между людьми, к воспитанию, обучению и подготовке *всесторонне развитых и всесторонне* подготовленных людей, людей которые *умеют все делать*» [3, с. 33].

Н. К. Крупская, ссылаясь на указания В. И. Ленина, предлагала ввести в школе курс «Организация труда», который, считала она, вооружит учащихся «умением самостоятельно приобретать знания» [18, с. 650]. Надежда Константиновна писала, что овладение знаниями должно происходить в процессе практической деятельности школьника, который учится наблюдать, проверять свои наблюдения путем опыта, учится пользоваться книгой как орудием труда, учится применять данные науки к обыденному труду.

Однако до недавнего времени стремление дать учащимся

систему знаний являлось основной задачей в школе. При этом работа учителя оценивалась по качеству знаний учащихся, реже — по умению решать задачи и еще реже — по умению школьников самостоятельно проводить наблюдения и опыты, и совсем не оценивались при этом умения учащихся самостоятельно приобретать знания из различных источников.

В программах по физике и другим предметам естественнонаучного цикла, изучаемым в средней школе, до 1981 г. общего перечня умений и навыков, которые должны быть сформированы у учащихся в процессе изучения конкретных разделов, не давалось.

Исследования, проведенные в конце 60-х гг. нашего столетия на теоретическом и эмпирическом уровне психологами и дидактами, показали, что для успешного обучения необходима ориентация учителя не только на сообщение системы знаний, но и на формирование системы умений и навыков и что умения должны формироваться в тесной связи с формированием понятий. На примере формирования понятий кинематики показано, что сам процесс усвоения происходит успешнее при условии, если одновременно формируются у учащихся умения, соответствующие этим понятиям.

Умения, формируемые в процессе изучения основ наук и необходимые для успешного их изучения, получили название *учебных умений*.

Дальнейшие исследования привели к выводу, что необходимо выделить общие учебные умения, а именно умения читать, писать, составлять план ответа, а также умения, которые являются общими для естественнонаучных дисциплин, т. е. умения работать с учебной литературой, проводить наблюдения, ставить опыты. В программах этого цикла с 1981 г. дается перечень частных умений, специфичных для конкретных предметов (например, проводить измерения силы трения и взвешивание тел динамометром в курсе физики, осуществлять химический анализ вещества в курсе химии, работать с микроскопом в курсе биологии и т. д.). К сожалению, этот перечень дан без какой-либо системы, без выделения главных и второстепенных умений.

Все умения по виду учебной деятельности мы разделяем на умения, представленные на рисунке 1.

В обучении первостепенное значение имеют *познавательные умения*, т. е. умения самостоятельно приобретать знания. Они особенно важны для пополнения знаний по окончании учебного заведения (для непрерывного самообразования). Вооружение учащихся познавательными умениями — важное средство против перегрузки учащихся и необходимое условие повышения эффективности учебных занятий.

При определении состава познавательных умений следует исходить прежде всего из анализа основных источников знаний. Для школьников основными источниками знаний являются учебники, следовательно, их необходимо научить с ними работать.

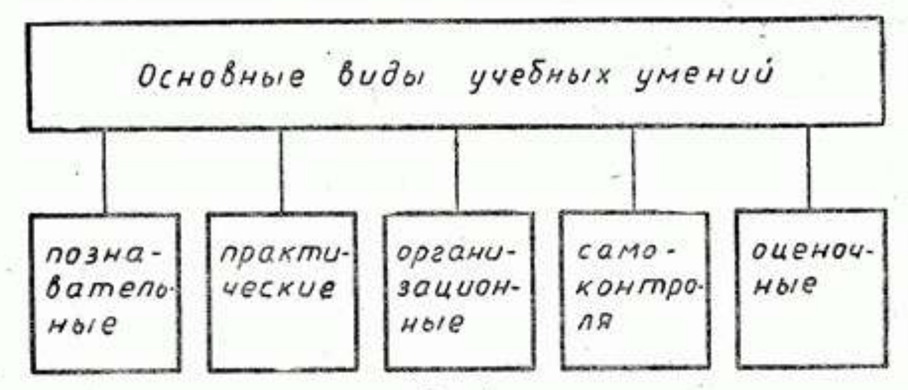


Рис. 1.

Человек черпает знания также из наблюдений за окружающей действительностью, за явлениями, протекающими в природе и в условиях производства. Поэтому нужно формировать у школьников умение наблюдать, чтобы наблюдение для них стало методом получения достоверных знаний, так как человек, владеющий этим умением, познает значительно больше, подмечая в самых незначительных, казалось бы, обыденных явлениях существенно важные свойства материального мира, важные тенденции в развитии экономики, культуры, науки, техники.

Для современного специалиста любой отрасли народного хозяйства, а также при изучении естественнонаучных дисциплин важное значение имеет овладение *методикой эксперимента*. Эксперимент является критерием правильности теоретических построений. Он включает в себя умения строить гипотезы, проводить наблюдения, измерения, вычисления, графические построения, анализ полученных данных. Следовательно, необходимо целенаправленно и планомерно формировать у учеников перечисленные умения.

Формирование умений самостоятельно вести наблюдения и ставить опыты протекает крайне медленно, так что к моменту окончания средней школы многие учащиеся не могут выделить черты, характерные для эксперимента как метода научного познания, не могут самостоятельно проделать несложные опыты. Происходит это потому, что учащиеся на протяжении всего обучения в школе выполняют наблюдение и эксперимент по готовым инструкциям. Деятельность учащихся при этом носит репродуктивный характер.

В настоящее время возникает необходимость в существенной перестройке методики формирования у учащихся умения самостоятельно ставить опыты.

Таким образом, к основным познавательным умениям относятся:

работа с учебной и научно-популярной литературой, а на этой основе умения самостоятельно приобретать и углублять знания;

проведение наблюдения и формулировка вывода, моделирование и построение гипотезы;

умения самостоятельно ставить эксперимент и на его основе получать новые знания, объяснять явления и наблюдаемые факты на основе имеющихся теоретических знаний, предсказывать следствия из теорий.

Важную роль играет формирование *практических умений*.

Содержание курса физики и других естественнонаучных дисциплин, изучаемых в средней школе, создает благоприятные условия для формирования у учащихся практических умений и подготовки их к труду в сфере материального производства. Следовательно, необходимо вести работу по теоретическому и практическому ознакомлению школьников с техникой, а также с технологией современного промышленного и сельскохозяйственного производства, основными направлениями и достижениями научно-технического прогресса. В процессе изучения теоретического материала, постановки демонстрационных опытов, выполнения фронтальных опытов и лабораторных работ, решения экспериментальных задач и выполнения работ практикумов учащиеся должны овладеть следующими умениями:

1) измерять (пользоваться измерительными приборами: масштабной линейкой, измерительной лентой, мерным цилиндром, весами, динамометром, термометром, барометром, манометром, амперметром, вольтметром и т. д.);

2) вычислять (производить математическую обработку результатов опытов);

3) строить и анализировать графики, раскрывающие особенности функциональных зависимостей между физическими величинами, характеризующими данное явление;

4) пользоваться различными лабораторными принадлежностями (химической посудой, штативами) и источниками энергии (спиртовками, электроплитками, аккумуляторами, выпрямителями), а также приборами и принадлежностями, встречающимися в быту и технике (рычагами, блоками, выключателями электрического тока, проволочными резисторами, реостатами, электродвигателями, компасом, постоянными магнитами и электромагнитами, оптическими линзами, зеркалами и т. д.);

5) собирать электрические цепи и читать их схемы;

6) решать расчетные, графические, логические и экспериментальные задачи; применять при вычислениях электронно-вычислительную технику (ЭВТ).

Необходимо выделить группу *организационных умений*. Сюда относятся планирование своей деятельности и правильная организация рабочего места во время занятий и при выполнении лабораторных работ.

Важное значение имеет умение *проводить контроль* за своим поведением, выполнением действий и операций при измерениях, вычислениях, решении задач, при подготовке домашних заданий, т. е. осуществлять *самоконтроль*.

В отдельную группу выделены *оценочные умения.* К ним относятся умения давать социально-экономическую и экологическую оценку полученным значениям величин в результате решения вычислительных или экспериментальных задач, а также технологии производства, достоверности результатов экспериментальных работ, погрешностям, допущенным при выполнении лабораторных работ.

Некоторые из перечисленных умений являются общими для всех учебных дисциплин. Это, например, работа с книгой, научная организация труда. Ряд умений является общим для целых циклов дисциплин, например такие, как измерительные, вычислительные, графические — общие для естественнонаучных и математических дисциплин, а умения проводить наблюдения и эксперимент — общие для предметов естественного цикла.

Поэтому важно обеспечить единый подход и преемственность к формированию общих учебных умений при изучении различных предметов.

§ 1.3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ УМЕНИЙ У ШКОЛЬНИКОВ — НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ

В Основных направлениях реформы общеобразовательной и профессиональной школы перед учителями и педагогической наукой поставлена задача обеспечить не только повышение качества знаний учащихся и развитие их мышления, но и усилить политехническую направленность обучения, связать обучение с жизнью, улучшить подготовку учащихся к труду, к свободному выбору профессии.

Этот комплекс задач необходимо решать при прежнем бюджете времени, в условиях осуществления всеобщего среднего образования.

Процесс обучения не может быть успешным без вооружения учащихся системой умений и навыков учебного труда — от умений читать и писать до самостоятельного планирования работы; осуществлять самоконтроль за ее выполнением и вносить последующие коррективы. Уровень обучаемости детей, темпы переработки и усвоения ими научной и технической информации и в конечном итоге качество знаний учащихся находятся в зависимости от уровня сформированности этих умений. Процесс овладения знаниями неразрывно связан с процессом овладения интеллектуальными умениями, такими, как анализ, сравнение, синтез, абстрагирование, систематизация, обобщение, и умениями практического характера (вычисления, измерения, сборка электрических цепей и т. д.). Поэтому формированию умений в настоящее время придается исключительно важное значение.

В современной дидактике и в школьной практике ведутся по-

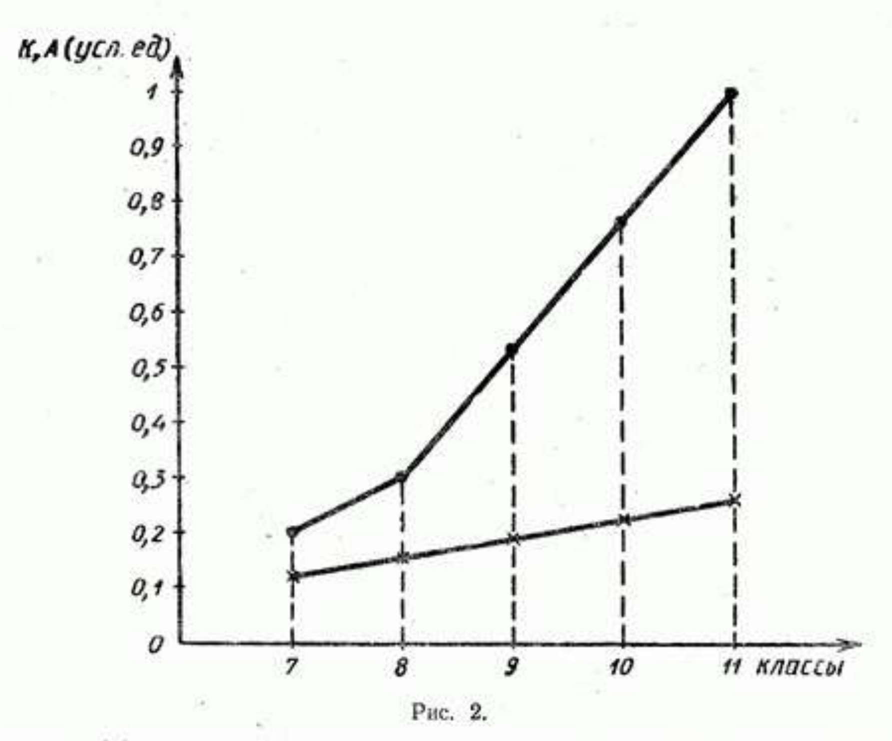


Рис. 2.

иски эффективных методов формирования умений, и утверждена программа Министерством просвещения СССР по их формированию. Однако в практике школьного обучения этот процесс осуществляется еще малоэффективно, что приводит к резкому расхождению между темпами роста объема знаний, подлежащих усвоению, и темпами роста уровней сформированности познавательных умений, необходимых для переработки и усвоения всевозрастающего объема знаний, определяемых программами (рис. 2). Это является одной из причин снижения успеваемости учащихся с переходом из класса в класс. Все это приводит к необходимости усилить внимание эффективным способам формирования умений у школьников и внедрения их в практику. Необходимо, чтобы развитие умений осуществлялось синхронно с темпами роста объема информации, подлежащей усвоению.

Для процесса обучения первостепенное значение имеют познавательные умения, т. е. умения самостоятельно приобретать знания из различных источников. Они особенно важны для подготовки учащихся к пополнению и обогащению своих знаний по окончании учебного заведения — непрерывному самообразованию, что диктуется требованиями сегодняшнего дня и нарастанием темпов научно-технического прогресса.

Значение решения данной проблемы в современных условиях обусловлено еще таким важным фактором, как наличие серьезной перегрузки учащихся домашними заданиями вследствие того,

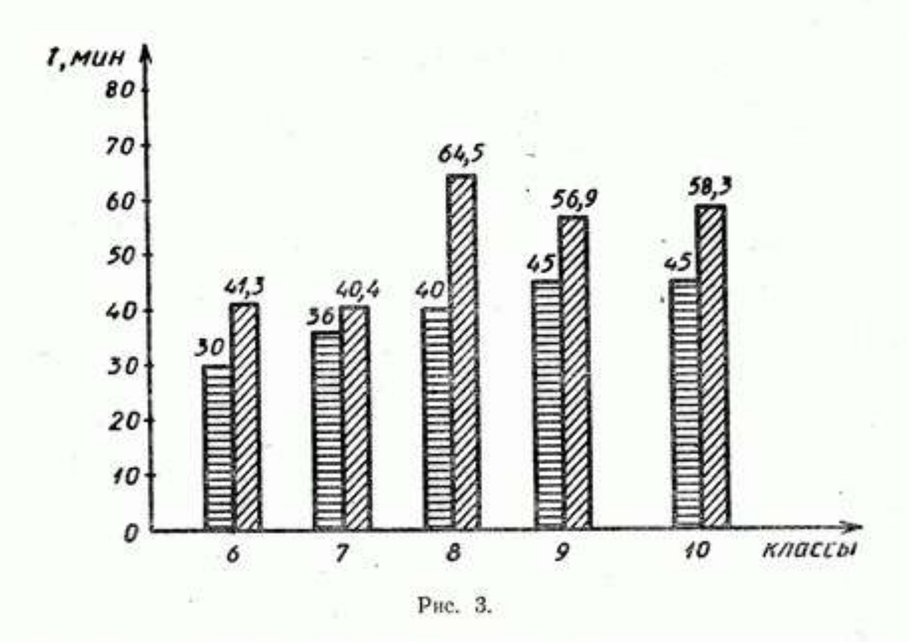


Рис. 3.

что они не успевают должным образом усвоить учебный материал на уроках и поэтому вынуждены многое доучивать и дорабатывать дома. Об этом убедительно свидетельствуют приведенные на рисунках 3 и 4 данные, полученные на основе обследования более 4 тыс. учащихся школ семи регионов страны, о затратах времени на полноценное выполнение учащимися заданий (на рисунке 3 горизонтальная штриховка указывает допустимое время, а косая — фактические затраты времени на полноценное выполнение задания). Они показывают, что даже учащимся, обучающимся преимущественно на «4» и «5», для полноценного выполнения домашних заданий требуется времени значительно больше предусмотренного на это Уставом общеобразовательной средней школы, а учащимся, основным баллом которых является «3», времени на выполнение домашних заданий требуется в 1,5—3 раза больше. Это приводит к тому, что у учащихся при добросовестном отношении к учению практически не остается времени для пребывания на воздухе, для отдыха, занятий спортом, что отрицательно сказывается на состоянии здоровья детей и их всестороннем развитии. Имеется еще одна негативная сторона этого явления: разочарование учащихся в учении, потеря уверенности в своих силах и способностях и как следствие снижение успеваемости, наблюдаемое при их переходе из VII класса в VIII и далее в старшие классы (рис. 5).

Устранение отмеченных трудностей требует прежде всего сокращения программного материала, исключения из него чрезмерно трудных для учащихся вопросов, а также вопросов, не имеющих большого образовательного и воспитательного значения.

% от общего количества опрошенных
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
72,0
17,7
10,3
42,8
37,1
33,2
74,2
8,6
16,5
6
8
10
классы

Рис. 4.

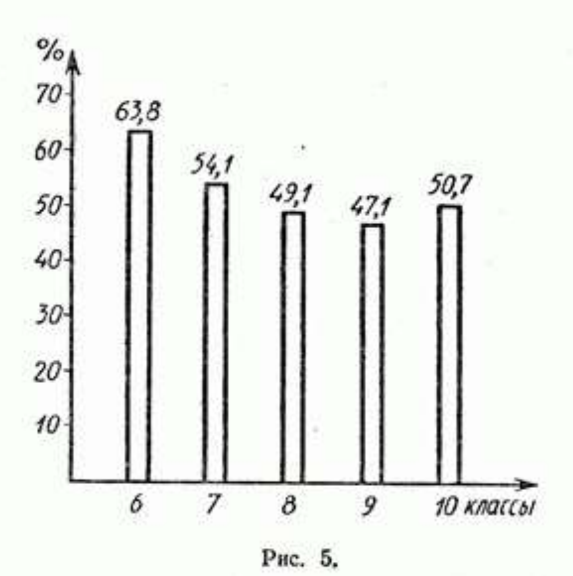


Рис. 5.

Вместе с тем необходимо совершенствовать методику формирования у учащихся умений и навыков учебного труда, ибо от этого зависит успех овладения новыми знаниями и умениями, их оперативность и действенность, подготовленность учащихся к самообразованию.

Для решения общей педагогической проблемы необходим целый комплекс дидактических задач, позволяющий определить состав и систему основных учебных умений; требования к уровню сформированности определенного умения к моменту окончания средней школы; этапы формирования; вклад учебных предметов в формирование каждого умения; методику обучения, обеспечивающую успешное формирование и развитие умений у детей до заданного уровня на каждом году обучения; преемственность в их развитии и критерии сформированности умений.

Для успешного формирования умений необходима целенаправленная и согласованная работа всего педагогического коллектива, четкий и систематический контроль за его деятельностью.

Задача данного пособия — рассмотреть методику формирования у учеников обобщенных умений и навыков.

Понятие «обобщенные умения» не адекватно понятию «общие учебные умения». Когда говорят об общих учебных умениях, подразумевают такие умения, которые являются общими для всех учебных дисциплин или для определенного цикла дисциплин. К первым относятся речевые умения, а также умения читать и писать. Измерительные и вычислительные умения являются общими для дисциплин естественно-математического цикла; наблюдать и ставить опыты — для дисциплин естественного цикла (химии, биологии, физики, природоведения, физической географии).

Общие учебные умения могут быть сформированы до уровня обобщенных при вполне определенных условиях и при использовании соответствующей методики. Важной характеристикой обобщенного умения является свойство *широкого переноса*. Сформированное на конкретном материале, обобщенное умение может быть применено на уроках по другим предметам.

Рассмотрим теоретические основы формирования обобщенных умений.

§ 1.4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОБОБЩЕННЫХ УМЕНИЙ

Умения становятся обобщенными, если они формируются на понимании научных основ и структуры деятельности.

В основу предлагаемой методики положены теория деятельности, разработанная советским психологом А. Н. Леонтьевым, и учение о типах ориентировки, разработанное советскими психологами П. Я. Гальпериным и Н. Ф. Талызиной.

Исследования психологов показали, что умения формируются

в процессе деятельности человека. Поэтому необходимо рассмотреть понятие «деятельность», ее виды и структуру.

В психологии под деятельностью понимается понятие, характеризующее функцию индивида в процессе его взаимодействия с окружающим миром. Психическая деятельность побуждается потребностью; направлена на предмет ее удовлетворения и осуществляется системой действий.

Психологи по-разному выделяют основные виды человеческой деятельности. Однако несмотря на различие подходов к ее классификации, большинство психологов выделяют познавательную деятельность (учение) и преобразовательную (труд).

Отдельные виды деятельности можно различать между собой по форме, способам их осуществления, временной и пространственной характеристике, физиологическим механизмам и т. д. Однако главное, что отличает одну деятельность от другой, состоит в различии их предметов. Именно предмет деятельности и придает ей определенную направленность.

А. Н. Леонтьев считает, что предмет деятельности есть ее действительный мотив, где под мотивом понимают предмет вещественный или идеальный, который побуждает и направляет на себя деятельность. Например, предметом экспериментальной деятельности учащихся на уроках естественнонаучных дисциплин могут быть как реальные объекты изучения, так и функциональные зависимости между величинами или то и другое одновременно. Так, при изучении упругих свойств тел, с одной стороны, предметом деятельности является конкретное тело, а с другой — исследование зависимости силы упругости, возникающей в нем, от величины деформации.

По современным воззрениям, все виды деятельности имеют структуру. Основной составляющей какой-либо деятельности является действие.

Под действием психологи понимают процесс, подчиненный представлению о том результате, который должен быть достигнут.

Наряду с понятием «действие» психологи ввели понятие «операция», т. е. способ осуществления действия. Первоначально каждая операция формируется как действие, подчиненное определенной цели. Но затем оно может включаться в другое действие сложного операционного состава, переставая осуществляться в качестве особого целенаправленного процесса и становясь одним из способов его выполнения, т. е. операцией.

Необходимо отметить, что между развитием операций и развитием действий существует определенная связь. При условии достижения высокого уровня развития операций делается возможным переход к осуществлению более сложных действий, а эти более сложные действия в свою очередь могут дать начало новым операциям, подготовляющим возможность новых действий. Так, овладев сначала операцией включения амперметра в простейшую электрическую цепь, ученик сможет освоить действие измерения силы тока в общей части цепи и в отдельных ветвях

параллельного соединения проводников, что позволит ему сравнить их, сделать выводы о закономерностях этого соединения.

Важнейшей частью психологического механизма действия является ориентировочная основа. Психологи различают три типа ориентировочной основы действия и соответственно им три типа ориентировки в задании. Каждый из них однозначно определяет результат и ход действия.

Ориентировочную основу первого типа составляют только образцы действия и его продукт. Никаких указаний на то, как нужно выполнять действие, не дается. Ученики ищут пути выполнения задания вслепую, методом проб и ошибок. В результате таких поисков задание может быть выполнено, но действие, с помощью которого оно выполнено, остается неустойчивым при изменении условий, оно почти не дает эффекта при его переносе на новые задания.

Ориентировочная основа второго типа содержит не только образцы действий, но и все указания на то, как правильно выполнять их с новым материалом. В этом случае обучение идет быстро и без ошибок. Ученик при этом приобретает определенное умение анализировать материал с точки зрения предстоящего действия; последнее обнаруживает заметную устойчивость к изменению условий и переносится на новые задания. Однако этот перенос ограничен наличием в составе новых заданий элементов, идентичных элементам уже освоенных заданий.

Ориентировочная основа третьего типа отличается тем, что здесь на первое место выступает планомерное обучение такому анализу новых заданий, который позволяет выделить опорные точки и условия правильного выполнения заданий. По этим указаниям происходит формирование действия, отвечающего данному заданию.

При обучении по третьему типу ориентировки учитель должен создать такие условия, при которых ученик побуждается самостоятельно составлять *ориентировочную основу действия (ООД)* и затем действовать по ней. Для этого нужно научить учеников выделять в предложенном материале такие существенные свойства и отношения, которые могли бы служить ориентирами, опорными точками для выполнения любого частного задания данной области. Надо вооружить обучаемого пониманием общего принципа построения изучаемого материала (или структурой осваиваемого действия) и такими приемами анализа, которые позволили бы обнаружить эти принципы. Таким образом, обучаемый должен составить *ООД* сам. Она не должна ему даваться в готовом виде, когда ученику остается лишь усвоить уже выделенные учителем признаки и действовать по ним.

Обучение по третьему типу ориентировки несколько сложнее по сравнению с предыдущими типами и на первых порах требует столько же времени или даже несколько больше, чем обучение по второму типу ориентировки. Зато последующие задания выполняются сразу правильно и вполне самостоятельно.

Если обучение охватывает достаточно большой ряд заданий, то после нескольких первых заданий темп обучения резко возрастает и в общем оно занимает значительно меньше времени, чем обучение по второму типу, не говоря уже об обучении по первому типу ориентировки.

При этом учащиеся допускают значительно меньше ошибок, причем встречаются они преимущественно на самом начальном этапе. Сформированное таким образом действие обнаруживает свойство широкого переноса на выполнение многих задач.

В работах советских психологов П. Я. Гальперина и Н. Ф. Талызиной эффективность обучения по третьему типу ориентировки показывается на примере формирования грамматических понятий, геометрии и трудового обучения. Проведенное нами экспериментальное исследование показало, что рассмотренные типы обучения могут быть использованы при формировании более сложных интеллектуальных умений и навыков, в частности при формировании умения самостоятельно работать с литературой, вести наблюдения и ставить опыты.

§ 1.5. УСЛОВИЯ УСПЕШНОГО ФОРМИРОВАНИЯ УМЕНИЙ

Для успешного формирования умения выполнять то или иное действие необходимо прежде всего самому учителю провести анализ структуры действия, четко представить, из каких элементов (операций) складывается его выполнение (например, из каких операций складывается деятельность наблюдения, измерения, постановки опытов).

Вычленив отдельные элементы (шаги) в структуре действия, необходимо определить наиболее целесообразную последовательность их исполнения и наметить систему упражнений, обеспечивающих уверенное, почти автоматическое выполнение учащимися простых действий, а затем организовать их выполнение.

На основе этой работы можно формировать умения выполнять более сложные действия, что осуществляется специально подобранными для этой цели заданиями.

Выполнение сложных действий осуществляется по этапам.

При обучении по третьему типу ориентировки выделяют мотивационную основу действия, ориентировочную, исполнительскую и контрольную, а в процессе формирования обобщенных умений выделяют этапы:

1) осознание учащимися значения овладения умением выполнять данное действие (мотивационная основа действия);

2) определение цели действия;

3) уяснение научных основ действия;

4) определение основных структурных компонентов действия, общих для широкого круга задач и не зависящих от условий, в которых выполняется действие (такие структурные компоненты выполняют роль опорных пунктов действия);

5) определение наиболее рациональной последовательности выполнения операций, из которых складывается действие, т. е. построение модели (алгоритма) действия (путем коллективных или самостоятельных поисков);

6) организация небольшого количества упражнений, в которых действия подлежат контролю со стороны учителя;

7) обучение учащихся методам самоконтроля;

8) организация упражнений, требующих от учащихся умения самостоятельно выполнять данное действие, если условия меняются;

9) использование определенного умения при выполнении действия для овладения новыми, более сложными умениями, в более сложных видах деятельности.

Перечисленные этапы включают не только выделенные психологами основные компоненты целенаправленного действия, но и дополнительные, обеспечивающие развитие у учащихся более высокого уровня самостоятельности и творческого подхода к выполнению учебных заданий.

Рассмотренный способ формирования умений обеспечивает активное участие учащихся в выявлении структуры и рациональной последовательности выполнения отдельных операций, из которых он слагается; структура действия (его модель) научно обосновывается. Это дает положительные результаты, т. е. учащиеся приобретают способность применять умения, выполнять данное действие в новой ситуации. Это обучение опирается на третий тип ориентировки. Оно требует несколько больше времени, чем обучение по второму типу ориентировки, но при этом учащиеся быстрее ориентируются в новых заданиях и свободно переносят сформированное умение на выполнение заданий по другим предметам.

Обучение по второму типу ориентировки требует меньше времени, так как учитель сам знакомит учащихся со структурой действия, показывает последовательность выполнения всех операций, из которых складывается действие, а учащиеся лишь копируют, т. е. повторяют за учителем действия, глубоко не осознавая необходимость и последовательность их выполнения. Неоднократные повторения определенного действия приводят к выработке навыка, но усвоенное таким образом действие учащиеся затрудняются перенести в новые условия.

Выявление состава операций, образующих действие, для выполнения которого должно быть выработано умение, является необходимым условием выбора рациональной методики. Зная состав операций, учитель определяет наиболее рациональную последовательность отработки умения выполнять каждую простую операцию, а затем уже осуществляет формирование умения выполнять действие в целом. Осознавая научные основы выполнения отдельных операций и действий в целом, учащиеся быстрее овладевают умением данного вида.

В формировании общих умений и навыков учебного труда для циклов учебных предметов важную роль играют межпредмет-

ные связи (МПС), которые осуществляются путем общего подхода к формированию общих познавательных умений в преподавании родственных дисциплин; единства требований к знаниям и умениям; единства интерпретации понятий; обеспечения непрерывности в формировании научных понятий и умений.

Реализация межпредметных связей способствует повышению качества усвоения фундаментальных научных понятий, ускоряет процесс формирования у учащихся познавательных умений и умений практического характера. Об этом убедительно свидетельствует опыт учителей школы № 31 г. Челябинска, в течение многих лет целенаправленно работающих над осуществлением межпредметных связей в преподавании всех учебных предметов.

Если на уроке по какому-либо предмету (например, на уроке физики) учащиеся познакомятся с обобщенными планами опытов и наблюдений, планами изучения законов и теорий, а на уроке по другому предмету учитель будет требовать от них использования этих планов при решении соответствующих учебных познавательных задач, то учащиеся быстрее и глубже смогут усвоить методику работы с ними, а также общие принципы построения различных видов познавательной деятельности. Следствием этого является более глубокое и прочное усвоение знаний при меньших затратах времени, умственных и физических усилий учащихся. В результате этого у учеников больше остается времени для решения задач и выполнения заданий творческого характера, удовлетворения их разнообразных интересов и для всестороннего развития.

При этом создаются условия для существенного изменения содержания домашней работы учащихся. Механическое зазубривание учебника вытесняется анализом текста, выделением в нем главного, существенного. Создается также условие для организации домашних опытов и наблюдений, работы с научно-популярной литературой. Проконкретизируем методику формирования умений и навыков обобщенного характера на примерах самостоятельной работы с учебной литературой, проведения измерений, наблюдений, опытов и решения задач.

Глава II

ФОРМИРОВАНИЕ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ С УЧЕБНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ ПО ФИЗИКЕ

§ 2.1. ЗНАЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ УМЕНИЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ С КНИГОЙ. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ ОБУЧЕНИЯ

Книга — основной источник получения систематических, глубоких и прочных знаний. Работа с книгой помогает воспитать у человека волю, твердость характера, настойчивость в достижении цели. Но она требует больших затрат энергии и времени, поэтому надо научить выполнять ее рационально.

Мысль о необходимости овладевать умением работать с книгой высказывалась многими прогрессивными учеными, педагогами XVIII—XIX вв. Однако в то время еще не ставился вопрос о том, как учить работать с книгой. Этот вопрос со всей остротой встал в первые дни существования Советского государства, когда партия большевиков выдвинула в качестве одной из первоочередных задач обучение грамоте широких слоев трудящихся, приобщение их к чтению книг, газет, журналов.

Намечая перспективы строительства социализма, В. И. Ленин указывал, что для достижения этой великой цели нужна поголовная грамотность, достаточная степень «приучения населения к тому, чтобы пользоваться книжками...» [4, с. 372].

Большое внимание разработке этой проблемы уделяла Н. К. Крупская, которая сформулировала основные правила работы с книгой.

В овладении умением работать с книгой Н. К. Крупская ставила следующие задачи:

«...Первая задача при чтении — это уяснить себе и усвоить отчет, прочитанный материал.

Вторая задача — продумать прочитанное.

Третья — сделать из прочитанного необходимые для памяти выписки.

И, наконец, четвертая задача — это дать себе отчет, чему новому научила прочитанная книга...» [17, с. 596].

Сформулированные Н. К. Крупской правила в работе с книгой сыграли большую роль в развитии самообразования. Этими правилами руководствовались учителя школ, организуя самостоятельную работу с учебной литературой. Они не утратили своего значения и в наши дни.

Однако в последующие годы разработка данной проблемы не получила дальнейшего развития. Продолжительное время считалось, а многие считают и сейчас, что умения и навыки в работе

с книгой могут быть приобретены в результате многократной самостоятельной работы с печатным текстом. Поэтому работа с книгой планировалась полностью, как домашняя.

И лишь в конце 60-х гг. нашего столетия на основе теоретического исследования структуры знаний и содержания школьных учебных дисциплин была начата разработка методики формирования обобщенных умений работы с учебной и научно-популярной литературой.

Эта работа в настоящее время приобретает важное значение в связи с необходимостью каждому человеку непрерывно пополнять и углублять свои знания. Когда-то считалось, что учить школьников работать с книгой должны преподаватели литературы и истории. При этом молчаливо допускалась возможность стихийного переноса умения работать с литературно-художественным и историческим текстами на физические, технические и другие тексты.

В качестве основных методов обучения для формирования умения работать с литературой рекомендовали самостоятельное чтение текста и составление учащимися плана прочитанного, полагая при этом, что, чем больше ученик самостоятельно читает, тем совершеннее его умения и навыки. Однако специально проведенные исследования показали, что стихийное формирование умения самостоятельно работать с литературой происходит очень медленно и непродуктивно. На этой основе был сделан вывод о необходимости целенаправленного, специально организованного обучения этому умению.

Чтобы решить вопрос о методике формирования умения самостоятельно работать с книгой, необходимо определить состав действий и операций, из которых это умение складывается, а также последовательность, осуществляющую его формирование и основные этапы, отличающиеся качественно новым уровнем структуры умения. При этом необходимо учитывать вклад отдельных предметов (их роль) в решение данной задачи.

Состав умений представлен в таблице 1.

Возникает вопрос: как и в какой последовательности формировать каждое умение, которое составляет общее умение работать с книгой?

Продолжительное время обучение приемам работы с книгой осуществлялось отдельно по каждому предмету и сводилось к формированию у учеников умения находить в тексте ответы на вопросы, сформулированные учителем или помещенные в конце параграфа.

Выдвижение перед учащимися конкретных задач логического характера придает работе с учебником целенаправленный характер и побуждает их к поискам ответов на поставленные вопросы, они стараются внимательнее вчитываться в текст. При хорошо продуманной системе вопросов, предлагаемой учащимся, работа с учебником способствует развитию мыслительных операций, таких, как анализ, синтез, сравнение, сопоставление и на их

Таблица 1

Умение	Класс
Читать текст бегло, сознательно, выразительно	I—III
Самостоятельно делить текст на части, озаглавливать их, выявлять главные мысли	III—IV
Составлять план к параграфу учебника	IV—V
Находить в тексте ответы на вопросы, сформулированные учителем или содержащиеся в конце параграфа	IV—V
Работать с рисунками и составлять по ним рассказы	V
Составлять план к рассказу учителя	VI
Работать с оглавлением и предметным указателем	VII
Работать с графиками	VII
Выделять в тексте основные структурные элементы системы научных знаний (научные факты, понятия, законы, теории, методы научного исследования)	VII—XI
Пользоваться планами обобщенного характера в процессе самостоятельного изучения основных структурных элементов системы научных знаний	VII—VIII
Работать со сложным текстом: делить его на части, а также составлять сложный план построения ответа	IX—X
Конспектировать дополнительную литературу	X—XI
Составлять тезисные планы при подготовке к семинару	X—XI
Работать с каталогом	X—XI
Составлять библиографию	X—XI
Сравнивать и сопоставлять изложение одних и тех же вопросов в различных источниках; высказывать свою точку зрения	XI

основе выделение общего и особенного. Все это имеет важное значение для усвоения понятий.

Однако исследования и опыт работы учителей показывают, что для формирования умений и навыков самостоятельной работы с литературой недостаточно только выполнять задания такого рода. Учащиеся учатся находить в книге ответы на частные вопросы, поставленные учителем, но не умеют самостоятельно выделять главные мысли в прочитанном тексте, не имеют умений и навыков обобщенного характера. Необходимо использовать специальную методику формирования умений и навыков самостоятельной работы с учебной и дополнительной литературой.

§ 2.2. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ С УЧЕБНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ

Ниже описывается методика поэтапного формирования умения самостоятельно работать с учебной и дополнительной литературой, основанная на структурно-логическом анализе содержания учебных дисциплин естественнонаучного цикла.

Структурно-логический анализ содержания учебных дисциплин позволил выделить в них в качестве основных структурных элементов знаний: научные факты, понятия, законы, теории, научную картину мира.

Указанные элементы являются общими для всех естественнонаучных, а также для общественных наук. Все науки имеют дело с научными фактами, системой научных понятий, законов и теорий. На их основе формируется научная картина мира. Общими для всех наук являются группы понятий о *структурных формах материи* и соответствующих им *формах движения, явлениях* (физических, химических, биологических, общественных и т. д.), *величинах,* количественно характеризующих явления и свойства тел (например, скорость в механике, валентность и атомный вес в химии), о *методах познания.* Указанные структурные элементы научных знаний находят отражение и в содержании школьных учебных дисциплин.

Выделенные структурные элементы научных знаний взаимосвязаны; на основе анализа новых научных фактов вводятся новые научные понятия. Законы науки выражают существенные устойчивые связи между понятиями. Научные теории оперируют системами понятий, т. е. они выражают связи между понятиями, но связи более широкие, чем те, которые выражают законы. Вместе с тем правомерны выражения «понятие о научном факте», «понятие о законе», «понятие о теории», «понятие о научной картине мира».

Для выработки общего умения работать с учебной и дополнительной литературой знание структурных элементов текста имеет важное значение, но этого пока недостаточно. Необходимо еще раскрыть перед учащимися *общие требования* к усвоению каждого из структурных элементов. Иными словами, надо показать то, что нужно знать о структурных формах материи, явлениях, величинах независимо от того, к какой области знаний они относятся. Это определяет общий подход к усвоению знаний и прежде всего на основе работы с учебной литературой. Проведенные исследования показали, что надо формировать у учащихся умение самостоятельно добывать знания.

Сформированные рекомендации к усвоению основных структурных элементов знаний выписываются на плакатах или на карточках. Они служат ориентировочной основой в процессе приобретения учащимися новых знаний и одновременно выполняют роль планов *обобщенного* характера при построении ответов.

Применительно к отдельным учебным дисциплинам они могут быть конкретизированы, детализированы, но в основных узловых моментах они остаются общими для всех естественнонаучных дисциплин. Приведем примеры таких планов, с которыми работали учащиеся экспериментальных классов. Например, план изучения явлений годится для изучения разных явлений — физических, химических, биологических и т. д. Это относится также к изучению законов, теорий, устройств и принципов действия при-

боров. Использование этих планов не зависит от частных особенностей изучаемого компонента знаний.

Что надо знать о явлении

1. Внешние признаки явления.
2. Условия, при которых протекает явление.
3. Сущность явления и механизма его протекания, т. е. необходимо объяснять явление на основе современных научных теорий.
4. Определение явления.
5. Связь данного явления с другими.
6. Количественные характеристики явления (величины, характеризующие явление, связь между величинами, формулы, выражающие эту связь)[1].
7. Использование явления на практике.
8. Способы предупреждения вредного действия явления.

Что надо знать о величинах

1. Какое явление или свойство тел характеризует данная величина.
2. Определение величины.
3. Определительную формулу (для производной величины — формула, выражающая связь данной величины с другими).
4. Какая эта величина — скалярная или векторная.
5. Единицу измерения данной величины.
6. Способы измерения величины.

Что надо знать о законе

1. Между какими явлениями (процессами) или величинами закон выражает связь.
2. Формулировку закона.
3. Математическое выражение закона.
4. Опыты, подтверждающие справедливость закона.
5. Учет и использование закона на практике.
6. Границы применения закона[1].

Что надо знать о теории

1. Опытные факты, послужившие основанием для разработки теории (эмпирический базис теории).
2. Основные понятия теории.
3. Основные положения (принципы) теории.
4. Математический аппарат теории (основные уравнения).
5. Круг явлений, объясняемых данной теорией.
6. Явления и свойства тел (частиц), предсказываемые теорией.

---

[1] Предлагается только в старших (IX—XI) классах.

Что надо знать о приборе

1. Назначение прибора.
2. Принцип действия прибора.
3. Схему устройства прибора (основные части прибора, их взаимодействие).
4. Правила пользования прибором.
5. Область применения прибора.

Приведенные планы представляют собой одну из форм теоретического обобщения. Также проверена эффективность использования обобщенных планов для изучения технологических процессов.

Что надо знать о технологическом процессе

1. Назначение (цель осуществления) процесса.
2. Народнохозяйственное значение осуществления данного технологического процесса.
3. Какие законы, явления положены в основу технологического процесса.
4. Основные этапы технологического процесса (схема процесса).
5. Требования к качеству получаемой продукции.
6. Требования правил безопасного труда к осуществлению технологического процесса, их научное обоснование.
7. Требования к знаниям и умениям специалистов, осуществляющих управление технологическим процессом.
8. Экологические требования к технологическому процессу.

Применение в учебном процессе обобщенных планов изучения приборов и технологических процессов способствует не только формированию рациональных приемов умственной деятельности, но и решению задач политехнического обучения. Их использование особенно эффективно в условиях средних ПТУ.

Применение планов обобщенного характера ускоряет процесс формирования у учащихся умений самостоятельно работать с литературой, выделять главные мысли в тексте и предупреждает механическое заучивание текста. Все это положительно сказывается на качестве знаний учащихся, которые становятся более осознанными и глубокими. При этом работа с текстом приобретает творческий характер. Ученик при чтении текста стремится выделить в нем основные структурные элементы, выявить и проанализировать информацию, относящуюся к каждому из них. Такого рода деятельность оказывает существенное влияние на содержание и структуру ответов. Они становятся четкими, краткими по форме, глубокими по содержанию, т. е. ответами по существу.

Применение планов обобщенного характера имеет важное значение не только для формирования умения выделять главные мысли в тексте. Они служат ориентировочной основой для овладения понятиями, законами и теориями независимо от того, на уроках по какому предмету они изучаются.

Структура действий и требований к усвоению основных компонентов знаний и умений является важным фактором совершенствования контроля за качеством формирования, условием предупреждения формализма в оценке. Этому способствует применение поэлементного и пооперационного методов контроля, основанных на структурно-логическом анализе системы знаний и способов познавательной деятельности. Оценка знаний при этом становится объективной, из нее исключаются элементы субъективизма и случайностей.

Формирование умения самостоятельно работать с учебной и дополнительной литературой необходимо начинать с выработки у учащихся техники чтения. Требования к формированию умения

Таблица 2

Вид умения	Класс	Ученик должен
Составление плана прочитанного, деление текста на смысловые части, выделение главного в тексте	VII	Работать с таблицами и графиками, содержащимися в тексте учебника
		Пользоваться именным и предметным указателями
		Выделять в тексте основные структурные элементы системы научных знаний (научные факты, понятия, законы)
	VIII	Выделять существенное, главное с помощью планов обобщенного характера
		Строить ответ с помощью планов обобщенного характера
		Готовить доклады и сообщения ~~по параграфам «Для дополнительного чтения» (в учебнике) или~~ по материалам небольших статей в научно-популярных журналах и в книгах
	IX—X	Работать со сложным текстом: расчленять его на части, выделять основные структурные элементы научных знаний
		Составлять и использовать планы для изучения явлений, законов, научных фактов, теорий, использовать их для построения ответов при работе со сложным текстом
	XI	Сравнивать и сопоставлять изложение одних и тех же вопросов в различных источниках, уметь высказывать свою точку зрения
		Составлять сложные планы прочитанного
		Конспектировать дополнительную литературу
		Писать рефераты
		Работать с каталогом
		Составлять библиографию

работать с учебной и дополнительной литературой по физике в VII—XI классах представлены в таблице 2.

Овладение каждым из последующих умений может быть успешным при условии овладения предшествующими умениями.

По мере обучения умения по выполнению элементарных операций превращаются в навыки и выполняются в свернутом виде.

Рассмотрим подробнее методику формирования умения работать с книгой на каждом этапе.

Первый этап — выработка техники чтения (I—III классы).

На этом этапе начинается формирование умения расчленять текст на смысловые части, озаглавливать их, составлять план прочитанного, и формируются они на уроках чтения и природоведения.

В V—VI классах формируются умения пользоваться оглавлением, строить рассказ по рисунку, делить текст на смысловые части, составлять план пересказа текста своими словами.

Второй этап — выработка умения выделять главные мысли в прочитанном тексте (VII—VIII классы).

На этом этапе на уроках физики, биологии, географии осуществляется формирование умений работать с таблицами, графиками, рисунками, а также умений извлекать содержащуюся в них информацию, находить в тексте ответы на вопросы, поставленные учителем, или на вопросы, содержащиеся в конце параграфа.

В этом случае должна реализовываться продуманная система упражнений, выполняемых на уроках под руководством учителя по разработанным алгоритмам.

Все перечисленные умения, за исключением выделения главных мыслей в тексте, являются элементарными, общими для всех предметов или циклов предметов (например, работа с графиками, таблицами) и должны быть доведены до навыка.

Применение планов обобщенного характера ускоряет процесс формирования умения самостоятельно работать с литературой. Решение данной задачи на уроках физики становится возможным в начале второй четверти VIII класса. Это обусловлено тем, что к этому времени учащиеся получают первоначальные понятия о научных фактах, явлениях, законах, т. е. об основных компонентах системы научных знаний, что создает предпосылки для систематизации ранее полученных знаний о структурных элементах, а затем учащиеся узнают об общности этих элементов с другими предметами, такими, как биология, география, химия.

Далее раскрывают требования к усвоению каждого структурного компонента системы научных знаний, составляют обобщенные планы для изучения явлений, законов, физических величин, приборов.

На уроке организуют самостоятельную работу с учебником, с небольшими по объему текстами.

На **третьем этапе** формируют умения работать со сложным текстом, например, текстом, включающим материал с несколькими структурными компонентами системы знаний, вырабатыва-

ют умения самостоятельно выделять эти компоненты, подбирать соответствующие обобщенные планы, а затем (самостоятельно) изучать текст, выделять в нем главные мысли.

Для воспитания у учащихся интереса к знаниям и потребности самостоятельно их углублять умения работать только с *учебной литературой* недостаточно. Необходимо формировать у школьников и умение самостоятельно работать с *дополнительной литературой* (учебной и научно-популярной).

Работа по формированию таких умений начинается во втором полугодии VII класса на основе организации заданий по подготовке докладов и сообщений. Учащимся предлагаются индивидуальные задания, т. е. небольшие по объему и доступные по содержанию тексты «Для дополнительного чтения» из учебников физики. В VII—VIII классах необходимо полнее использовать книги для дополнительного чтения, например «Книгу для чтения по физике. 6—7 классы» [15] и книгу «Физика — юным» [30].

В старших (IX—XI) классах для внеклассного чтения по физике следует рекомендовать замечательные книги М. И. Блудова «Беседы по физике» [7, 8], «Хрестоматию по физике» под редакцией Б. И. Спасского [31], а также книги из цикла «Физика для всех» издательства «Наука» и др. Совокупность сформированных на этом этапе умений соответствует третьему уровню сформированности умения работать с книгой.

§ 2.3. МЕТОДИКА ВВЕДЕНИЯ ОБОБЩЕННЫХ ПЛАНОВ И РАБОТА С НИМИ НА УРОКАХ И В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

Приведенные исследования и наблюдения за работой учителей и учащихся на учебных занятиях показывают, что основным источником знаний на уроке продолжает оставаться изложение материала учителем с включением элементов беседы для активизации мышления учащихся. Что же касается организации на уроке самостоятельной работы учащихся с учебником, особенно формирования у них рациональных приемов этого вида деятельности, то до сих пор это явление оказывается довольно редким. Поэтому в данном параграфе авторы сочли необходимым раскрыть технологию процесса формирования умений и навыков самостоятельной работы с учебной литературой на основе использования планов обобщенного характера.

К началу введения этих планов учитель должен сформировать у учеников умения выполнять простейшие операции в работе с книгой. К таким умениям относятся первые восемь операций, приведенных в таблице 1. Наиболее важное значение из них имеет умение пользоваться оглавлением, именным и предметным указателями, умение работать с рисунками, графиками и таблицами, находить в тексте ответы на вопросы учителя и на вопросы, содержащиеся в упражнениях учебника. *Учить этим приемам работы необходимо целенаправленно, систематически и на каждом уроке.*

Проведенные исследования показали, что формирование обобщенных приемов работы с учебником физики надо начинать в VII классе с первого полугодия.

Первым обобщенным приемом работы с учебником должен быть прием работы с рисунками и таблицами, формирование которых целесообразно осуществлять на основе планов обобщенного характера (или алгоритмических предписаний).

Приведем **обобщенный план** работы с таблицами физических величин, характеризующих свойства тел и веществ.

1. Выяснить, значения каких величин приведены в таблице.
2. Выяснить, что характеризует данная величина; какое свойство тел или веществ.
3. Выяснить, в каких единицах выражены величины.
4. Найти вещество с наибольшим значением данной величины. Выяснить, где это вещество применяется.
5. Найти вещество с наименьшим значением данной величины. Выяснить, где это вещество применяется.
6. Найти в таблице вещества, с которыми приходится иметь дело в повседневной жизни. Познакомиться со значениями величин, характеризующими их.

Первую такую работу с таблицами нужно предложить при изучении плотности вещества, а затем к этой таблице полезно вернуться при изучении условий плавания тел, предложив учащимся определить, какие из веществ будут плавать в воде, а какие тонуть.

Такая работа способствует расширению знаний учащихся о свойствах веществ и о применении их на практике, вырабатывает привычку ставить перед собой вопрос «Почему это вещество здесь применяется?».

Поясним это на примере работы с таблицей «Удельная теплоемкость некоторых веществ» из учебника физики для VI—VII классов.

В соответствии с приведенным выше планом учащиеся знакомятся с заголовком таблицы и определяют: в ней приведены значения удельной теплоемкости различных веществ. Далее выясняют, что удельной теплоемкостью называется физическая величина, показывающая, какое количество теплоты требуется для увеличения температуры 1 кг вещества на 1 °С или какое количество теплоты выделяет 1 кг вещества при уменьшении его температуры на 1 °С. Единицей удельной теплоемкости является

$$1\ \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}.$$

Далее в таблице учащиеся находят вещество с наибольшей удельной теплоемкостью. Таким веществом оказывается вода. Ее удельная теплоемкость равна $4200\ \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}$. Это означает, что для нагревания 1 кг воды на 1 °С требуется количество теплоты, равное 4200 Дж. Благодаря такой удельной теплоемкости вода ис-

пользуется в системе водяного отопления. Затем учащиеся находят вещество с наименьшей удельной теплоемкостью. Полезно обратить их внимание на удельную теплоемкость строительных материалов (дерева, кирпича и др.). Такая работа с таблицами физических величин способствует расширению политехнического кругозора учащихся.

В старших классах следует шире использовать работу с таблицами, содержащимися в «Справочнике по физике и технике» А. С. Еноховича [13].

В работе с рисунками необходимо выработать у учащихся привычку всматриваться в них и получать больший объем информации. Для этого надо поставить перед ними серию вопросов, которые сосредоточат их внимание на рисунке, например на шкалах масштабной линейки, мензурки, термометра, динамометра и других измерительных приборов с различной ценой деления. При работе с такими рисунками перед учащимися ставятся вопросы:

1. Какой прибор изображен на рисунке?
2. Для измерения какой величины он предназначен?
3. Каков нижний предел измерения прибора? (Какое наименьшее значение величины может быть измерено данным прибором?)
4. Каков верхний предел измерения прибора? (Какое наибольшее значение величины может быть измерено таким прибором?)
5. Какова цена деления шкалы прибора?
6. Каковы показания прибора?

Эти вопросы являются пунктами обобщенного плана изучения шкал измерительных приборов. Вначале по такому плану проводится работа с приборами, выставленными на демонстрационном столе или розданными учащимся, затем она дополняется работой с рисунками, на которых эти приборы или их шкалы изображены; аналогичная работа проводится по рисункам, имеющимся в учебниках.

На следующем этапе осуществляется выработка умения читать схемы приборов, например схемы барометра-анероида, насоса, шлюза и др. Надо приучать учащихся определять по рисункам устройства и принцип действия приборов. Сначала помощь им оказывает учитель, затем доля самостоятельности учащихся в этой работе постепенно увеличивается.

Например, в VII классе при изучении барометра-анероида учащимся предлагают задание, которое необходимо выполнить на уроке:

I. Прочитайте § 49 учебника [1].

II. Ответьте на вопросы и выполните задания:

1. Для измерения какой величины предназначен барометр-анероид?

---

[1] См.: Перышкин А. В., Родина Н. А. Физика: Учебник для 6—7 классов средней школы.— М.: Просвещение, 1986.

2. В каких единицах проградуированы верхняя и нижняя шкалы барометра-анероида, изображенного на рисунке 122 учебника?
3. Определите нижний предел измерения барометра.
4. Определите верхний предел измерения барометра.
5. Какова цена деления каждой шкалы?
6. Рассчитайте показание барометра, изображенного на рисунке 122.

Следующее задание учащиеся выполняют дома.

I. Перенесите в тетрадь схему устройства барометра-анероида (рис. 123 учебника).

II. Приготовьте рассказ о барометре-анероиде по плану:

1. Назначение прибора.
2. Устройство прибора (основные части и их назначение).
3. Принцип действия прибора.
4. Область применения.
5. Правила пользования прибором.

При выполнении такого задания учащиеся знакомятся с обобщенным планом к изучению прибора и его шкалы.

В дальнейшем (в VII классе) этот план закрепляется при изучении манометра, в VIII классе — при изучении электроскопа, амперметра, вольтметра, реостата и других приборов. При изучении последних к данному плану добавляется изучение условных обозначений приборов на схемах.

При проведении такой работы учителю следует иметь в виду, что она первоначально должна осуществляться на уроке под его контролем и сопровождаться проверкой. Завершением ее должен быть обязательный показ приборов в действии (например, действие электрического звонка, электромагнитного реле, телефона, модели телеграфа и т. д.).

Постепенно надо предлагать учащимся и более сложные виды работы с учебником, помогающим развивать у них умения отыскивать ответы на вопросы учителя или вопросы, содержащиеся в упражнениях учебника. При этом текст учебника может включать и рисунки. Проведение такой работы с учебником на уроке является непременным условием подготовки учащихся к восприятию обобщенных планов и выработки у них умения работать с ними.

Например, в VII классе при изучении давления ученикам предлагается следующее задание:

I. Прочитайте § 39 учебника.

II. Ответьте на вопросы:

1. По какой формуле можно рассчитать давление?
2. От чего зависит давление?
3. Какими способами уменьшают давление?
4. Каким образом увеличивают давление?
5. Почему острым ножом легче резать хлеб?

III. Заполните таблицу:

Способы уменьшения давления	Примеры их применения в технике	Способы увеличения давления	Примеры их применения в технике
1.			
2.			
3.			

IV. Покажите стрелкой направление силы, с которой брусок действует на стол, рука прижимает брусок к стене, тиски сжимают деталь, лезвия кусачек режут проволоку (рис. 6, *а, б, в, г*).

В VIII классе учащимся предлагается самостоятельно по учебнику познакомиться с устройством и принципом действия лампы накаливания, образцы которой вместе с патронами выдаются на рабочие столы.

На доске записываются вопросы. Ответы на них учащиеся дают в результате работы с учебником и раздаточным материалом.

1. *Когда и кем изобретена электрическая лампа накаливания?*
2. *Какое действие тока положено в основу работы электрической лампы?*
3. *Что общего в устройстве и принципе действия всех ламп накаливания?*
4. *Для чего стеклянные баллоны ламп наполняют инертным газом?*
5. *Почему давление газа в баллонах ламп при комнатной температуре ниже атмосферного давления?*
6. *Что означают числа на цоколе или баллонах ламп?*

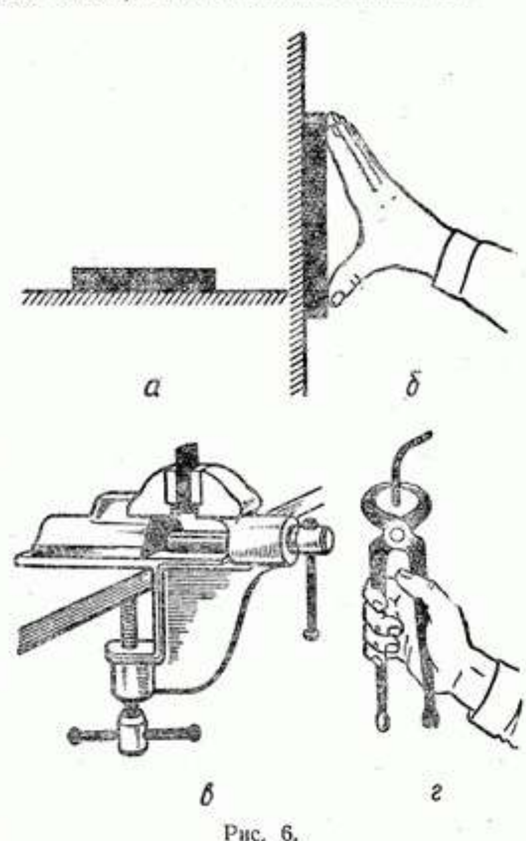


Рис. 6.

Эти вопросы побуждают учащихся внимательно вчитываться в текст и искать ответ на предложенные вопросы.

Далее проводят беседу по приведенным вопросам, используя вывешенную на доске схему

устройства лампы и коллекцию ламп, смонтированных на вертикальной панели.

Аналогичная работа проводится при изучении плавких предохранителей.

Продемонстрировав короткое замыкание и объяснив причины его возникновения, учитель приводит учащихся к выводу о том, что необходимы устройства, которые автоматически размыкал бы электрическую цепь при силе тока, превосходящей допустимы нормы, а также при коротком замыкании.

С назначением и устройством плавких предохранителей учитель предлагает учащимся ознакомиться самостоятельно по учебнику. На каждый стол выдается набор таких предохранителей. Рекомендуется внимательно изучить имеющуюся коллекцию и ответить на следующие вопросы:

1. *Для чего предназначены плавкие предохранители?*
2. *Какое действие электрического тока положено в основу их устройства?*
3. *Что общего в принципе действия всех плавких предохранителей?*
4. *Каково устройство пробкового плавкого предохранителя?*
5. *Какие плавкие предохранители имеются в коллекции? Чем они отличаются друг от друга? Где они применяются?*
6. *Что общего в устройстве всех плавких предохранителей?*
7. *Что означают надписи на предохранителях: «0,5 А»; «10 А»?*

По этим вопросам проводится беседа с учащимися после самостоятельной работы с учебником. В заключение учитель демонстрирует действие плавкого предохранителя при коротком замыкании, а также при увеличении числа параллельно подключенных потребителей.

Первый обобщенный план дается к изучению **физического явления.** Но прежде чем его дать, внимание учащихся актуализируют на вопросах, которые потом составят содержание этого плана, а именно выясняют внешние признаки каждого явления. Например, при изучении диффузии внимание учащихся обращают на распространение запаха пахучих веществ, постепенное «размывание» границ между слоями двух жидкостей, а при изучении механического движения — на изменение положения одного тела относительно других, принимаемых за неподвижные. Затем выясняют условия, при которых эти явления протекают, и пытаются дать объяснение механизму его протекания [1].

Так, диффузия объясняется хаотическим движением частиц, из которых состоят вещества, и наличием промежутков между частицами (межатомное и межмолекулярное расстояние).

После выявления механизма (сущности) физического явления ему дают определение.

Далее обращают внимание на *количественные характеристи-*

---

[1] Заметим, что ответ на этот вопрос на первом этапе изучения физики не всегда возможен, например при изучении механического движения.

ки явлений, такие, как скорость равномерного прямолинейного движения, пройденный путь, время движения; раскрывают их взаимосвязь. На заключительном этапе изучения каждого явления выясняют, где оно наблюдается в природе, технике, в повседневной жизни и где применяется. Например, диффузию используют при изготовлении компотов, засолке овощей. В старших классах учащимся необходимо рассказать об использовании диффузии для поверхностного покрытия металлов (цементация, диффузионное оксидирование, алитирование и т. д.) с целью повышения прочности, жаростойкости и придания поверхности деталей антикоррозионных свойств.

На основе такой предварительной работы может быть введен план обобщенного характера к изучению физического явления. Это возможно осуществить в VII классе при изучении передачи давления жидкостями и газами. Затем этот обобщенный план должен быть закреплен при изучении атмосферного давления, плавания судов.

Дальнейшая работа с обобщенным планом к изучению явлений должна быть продолжена при изучении кипения, испарения, электризации тел, электрического тока и при рассмотрении более сложных явлений уже на основе физических теорий.

В IX классе при изучении механического движения представляется возможность дать обоснование каждому пункту плана и последовательности его рассмотрения. При этом обращается внимание на логику познания явлений природы: вначале обнаруживают новое явление по каким-то внешним признакам, а затем задают вопрос: «При каких условиях протекает данное явление?» Например выясняют, что равномерное прямолинейное движение тел протекает при условии, если равнодействующая всех сил, действующих на тело, равна нулю, а равноускоренное прямолинейное движение — при условии, если равнодействующая всех сил, действующих на тело, не равна нулю, остается неизменной по абсолютному значению и направление вектора равнодействующей сил совпадает с направлением вектора скорости тела. Если же направление вектора равнодействующей сил составляет некоторый угол с направлением вектора скорости тела, то наблюдается криволинейное движение. В частном случае, когда направление вектора равнодействующей сил все время составляет угол 90° с направлением вектора скорости тела (материальной точки) и модуль вектора равнодействующей силы остается неизменным, имеет место равномерное движение тела (материальной точки) по окружности.

Здесь важно подчеркнуть, что каждое явление происходит при определенных условиях. Если этих условий нет, то не будет протекать и явление. В дальнейшем это важное методологическое положение должно быть подчеркнуто и хорошо усвоено учащимися.

В IX классе представляется возможным раскрыть количественные характеристики изучаемых явлений и взаимосвязь между

ними, например в механическом движении перемещение, скорость, ускорение, координата. В обобщенном виде связь между этими величинами раскрывается уравнением координаты:

$$x=x_0+v_{0x}t+\frac{a_xt^2}{2}. \qquad (1)$$

Это уравнение дополняется формулами

$$\vec{v}=\frac{\vec{s}}{t} \quad (2), \quad \vec{a}=\frac{\vec{v}_2-\vec{v}_1}{t} \quad (3), \quad \vec{a}=\frac{\vec{F}}{m}. \quad (4)$$

При подстановке в уравнение (1) значения проекции ускорения a_x, полученного из уравнения (4), получают уравнение, включающее в себя как кинематические, так и динамические величины:

$$x=x_0+v_{0x}t+\frac{F_xt^2}{2m}. \qquad (5)$$

В дальнейшем при изучении инерции и трения появляется возможность обратить внимание учащихся на использование этих явлений в жизни и технике. Так, показываем, что при отсутствии трения не может быть перемещения людей и транспорта по поверхности дороги, грузов на конвейере, т. е. раскрываем полезную роль трения, но вместе с тем обращаем внимание учащихся на вредные проявления трения (изнашивание подошвы обуви при ходьбе, изнашивание деталей, соприкасающихся в процессе работы) и способы его уменьшения: более качественная обработка поверхности трущихся деталей, их смазка, использование антифрикционных покрытий. Таким образом, задача учителя заключается в том, чтобы показать диалектику явлений, подчеркнув при этом, что каждое явление в одних случаях полезно, а в других — вредно.

Надо довести до сознания учащихся, что конечная цель изучения каждого явления природы — возможность его использования на практике в интересах человека. Но вместе с тем необходимо подчеркнуть, что человек должен знать *способы предупреждения вредных действий явлений* на людей и на окружающую среду. А это возможно, если человек знает условия протекания явления, причинно-следственные связи данного явления с другими явлениями и механизм протекания этого явления.

Знания факторов и законов, которым подчиняются явления, позволяют человеку управлять ими в интересах общества.

Именно с этих позиций в старших классах необходимо подходить к изучению каждого явления.

Следующий обобщенный план дается к изучению **физической величины.** Методика его введения во многом аналогична методике введения обобщенного плана к изучению физического явления.

При изучении таких физических величин, как путь, скорость равномерного движения, средняя скорость неравномерного прямолинейного движения, масса, т. е. при объяснении материала учителем и при самостоятельной работе учащихся с текстом учебника, а также при проверке его усвоения, внимание школьников

актуализируют на вопросах, которые составят обобщенный план физической величины. Обязательно выясняют, какое свойство тел или явление характеризует данная величина. Например, скорость характеризует быстроту движения тел, масса тел характеризует их свойство двигаться с различными скоростями после взаимодействия и т. д.

Затем показывают способ определения той или иной величины. Так, чтобы определить скорость тела при равномерном движении, надо путь, пройденный телом за какой-нибудь промежуток времени, разделить на этот промежуток, а для определения плотности вещества необходимо массу тела разделить на его объем. При этом обращают внимание на буквенные обозначения величин и на запись формул, которые определяют их значение.

Особое внимание обращают на **единицы физических величин** и на их вывод при помощи определительных формул, а затем на **приборы,** измеряющие физические величины (например, масса тел определяется весами, сила измеряется динамометром, атмосферное давление — барометром, давление жидкости и газа — манометром).

Изучая силу, подчеркивают, что она величина векторная, следовательно, все величины делятся на *векторные* и *скалярные.*

После такой предварительной подготовки план обобщенного характера к изучению физической величины вводится в VII классе при изучении давления в жидкости и газе, а затем работа с ним продолжается при изучении механической работы, мощности, энергии, а в VIII классе при изучении количества теплоты, удельной теплоемкости и других величин.

При изучении механического движения (IX класс) выявляют, что одни тела движутся быстрее, другие медленнее. Самолет движется быстрее мотоцикла, а тот — быстрее пешехода. На основе этого делают вывод о том, что необходимо ввести величину, которая характеризовала бы свойства тел проходить различные расстояния за равные промежутки времени. Такой величиной является скорость равномерного прямолинейного движения. Возникает вопрос: как ее определить? Из наблюдений за движением тел, совершающих перемещения за одинаковые промежутки времени, следует, что скорость будет больше у того тела, которое за эти промежутки времени совершит большее перемещение. Удобнее же всего сравнивать и определять скорость тела по величине перемещения, совершенного в единицу времени.

Из этих рассуждений следует, что скорость равномерного прямолинейного движения определяется отношением перемещения, совершенного телом, к промежутку времени, в течение которого оно двигалось. Поскольку перемещение является величиной векторной, а время — скалярной, то из формулы

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t} \qquad (6)$$

следует: скорость — величина векторная.

Далее переходят к единице скорости. Она определяется подстановкой в определительную формулу вместо буквенных обозначений величин наименований их единиц, с которыми производятся операции:

$$\text{Единица скорости} = \frac{1\ \text{м}}{1\ \text{с}} = 1\ \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Затем рассматриваются способы определения скорости. Многие учащиеся IX класса знают, что скорость мотоцикла, автомобиля определяется при помощи спидометра.

После изучения ими сведений о международной системе физических величин в обобщенный план добавляется пункт об отнесении единиц величин к основным или производным.

В дальнейшем полный обобщенный план к физической величине закрепляется при изучении ускорения, угловой скорости, массы, силы и других величин.

Первоначальная работа по ознакомлению учащихся с планом обобщенного характера к изучению **физического закона** начинается во втором полугодии VII класса при изучении темы «Передача давления жидкостями и газами. Закон Паскаля».

При изучении этой темы учащимся предлагается следующее задание:

I. Прочитайте § 41 учебника.

II. Ответьте на вопросы:

1. *Как читается закон Паскаля?*
2. *Как объяснить, что жидкости и газы передают производимое на них давление по всем направлениям?*
3. *Какие опыты подтверждают справедливость закона Паскаля?*
4. *Какие явления объясняются законом Паскаля?*

После обсуждения ответов учащихся необходимо обратить их внимание на то, что вопросы такого рода позволяют выделить главное при изучении любых физических законов.

Далее, изучая давление в жидкости и газе и рассчитывая его на дно и стенки сосуда, а также изучая сообщающиеся сосуды, учащимся предоставляется возможность понять, где применяется закон Паскаля на практике.

После изучения темы «Архимедова сила. Закон Архимеда» учащимся дается домашнее задание, например, подготовить ответ о законе Архимеда по следующему плану:

1. Между какими величинами данный закон выражает связь?
2. Как формулируется закон?
3. Как данный закон выражается математически (с помощью какой формулы)?
4. Какие опыты подтверждают справедливость закона?
5. Применение закона.

Далее этот обобщенный план закрепляется в VIII классе при изучении закона Ома для участка цепи и закона Джоуля — Ленца, в IX классе при изучении законов Ньютона.

При изучении закона Гука обосновывают каждый пункт плана и последовательность его рассмотрения.

Обращается внимание учащихся на логику познания законов природы, когда на эмпирическом уровне происходит процесс накопления фактов, информации об исследуемых явлениях, проводятся наблюдения, измерения, сравнения и ставятся опыты. На их основании, как правило, устанавливаются причинно-следственные связи между явлениями и величинами, характеризующими их. В результате этого формулируются законы. Сообщается, что изучение явления деформации различных тел привело английского ученого Гука к открытию закона, устанавливающего зависимость между удлинением деформируемого тела и возникающей в нем силой упругости, который формулируется следующим образом: сила упругости, возникающая при деформации тела, прямо пропорциональна удлинению тела и направлена в сторону, противоположную направлению перемещения частиц тела.

Этот закон удобно записать в виде следующей формулы:

$$(F_{\text{упр}})_x = -kx,$$

где знак «минус» указывает на то, что направления векторов перемещения частиц тела при деформации и возникающей в теле силы упругости противоположны.

Справедливость любого закона подтверждается при помощи опытов, в том числе и опытов с резиновыми жгутами, упругими пружинами, проводимыми учащимися в ходе урока.

Цель познания законов природы — возможность использования их на практике в интересах человека. Так, на основании закона Гука изготавливаются рессоры, пружинные динамометры, подбираются те или иные материалы для изготовления деталей различных механизмов и машин.

Далее внимание учащихся обращается на то, что законы, как правило, имеют границы применимости. Имеет их и закон Гука; он действует только в пределах упругости тела, что можно подтвердить на опыте с пружиной.

Необходимо добиваться, чтобы сам учитель руководствовался данными планами обобщенного характера при объяснении явлений, изучении приборов, величин, законов; ориентировал учащихся на использование их при построении ответов в классе и при подготовке домашних заданий. Если такая работа проводится начиная с VII класса, то в IX классе использование данных планов станет правилом для учащихся и они будут руководствоваться ими без напоминаний учителя.

Позже всех вводится обобщенный план изучения физических теорий. Это обусловлено тем, что на первой ступени изучения физики рассматриваются только некоторые представления молекулярно-кинетической и электронной теорий.

В X классе представляется возможным ввести обобщенный план изучения теории и дать обоснование каждому из его пунк-

тов. Эту работу можно провести в процессе изучения темы «Основные положения молекулярно-кинетической теории».

К проведению такой работы учащиеся подготовлены предшествующей учебной деятельностью в VII—IX классах, где на уроках физики они учились выделять главное при изучении явлений, величин, законов и приборов.

Приступая к изучению курса физики X класса, необходимо обратить внимание учащихся на то, что в содержании системы научных знаний по физике и другим наукам можно выделить общие структурные элементы знаний:

1) научные факты;
2) понятия (формы материи; свойства тел, веществ и полей; приборы, машины и установки; величины; явления);
3) методы исследования (наблюдение, эксперимент, теоретический анализ);
4) законы;
5) теории.

На основе изучения основных указанных структурных элементов знаний создается научная картина мира. В процессе изучения физики формируется физическая картина мира, речь о которой пойдет на заключительном этапе изучения физики в XI классе.

Следует напомнить, что на предыдущем этапе обучения были раскрыты требования к усвоению основных групп понятий и законов. Эти требования выражены в планах обобщенного характера. Из основных структурных элементов научных знаний нераскрытой осталась *теория*. С целью решения этой проблемы перед учащимися X класса ставится задача выделить главные опорные точки в процессе изучения темы «Основы молекулярно-кинетической теории», которые бы составили обобщенный план изучения любой физической теории.

При подведении итогов изучения этой темы следует обратить внимание на раскрытие логики создания молекулярно-кинетической теории. Первоначально происходило накопление опытных фактов, которые затем послужили основанием для создания теории. На основе изучения их в науку были введены понятия «атом» и «молекула», а затем сформулированы основные положения молекулярно-кинетической теории:

1) все вещества состоят из молекул и атомов;

2) молекулы и атомы вещества находятся на некотором расстоянии друг от друга (межмолекулярные и межатомные промежутки);

3) молекулы (атомы) находятся в непрерывном хаотическом движении;

4) молекулы (атомы) вещества взаимодействуют друг с другом (притягиваются и отталкиваются).

В ходе разработки и развития теории появились понятия «размеры молекул», «масса молекул», «распределение молекул по скоростям», «средняя квадратичная скорость движения молекул», «идеальный газ».

На этой основе был создан математический аппарат молекулярно-кинетической теории идеального газа, было выведено ее основное уравнение:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}, \text{ или } p = nkT,$$

где p — давление газа, n — число молекул в единице объема, m_0 — масса одной молекулы, $\bar{v}^2$ — среднее значение квадрата скорости движения молекул идеального газа, k — постоянная Больцмана, T — абсолютная температура газа.

На основе молекулярно-кинетической теории газа объясняются тепловые явления, законы поведения идеальных газов, которые находят широкое практическое применение.

На заключительном уроке данной темы вводят **обобщенный план изучения теории.** Учащиеся должны быть подготовлены не только к его восприятию, но и к его построению.

Построение плана может быть осуществлено в ходе беседы по вопросам:

1. Какие опытные факты стимулировали разработку молекулярно-кинетической теории?
2. Перечислите основные понятия, посредством которых выражаются основные положения этой теории.
3. Сформулируйте основные положения данной теории.
4. Каковы основные уравнения молекулярно-кинетической теории идеального газа?
5. Какие явления объясняются на основе данной теории?
6. Перечислите следствия из молекулярно-кинетической теории идеального газа.

Перечисленные вопросы целесообразно выполнить на кодограмме и спроецировать на экран с помощью кодоскопа. После их обсуждения внимание учащихся обращается на то, что приведенный перечень вопросов отражает логику становления и развития теории. Эта логика является общей для всех теорий. Поэтому на основе подобных вопросов может быть построено изучение и других научных теорий. В общем случае **план** изучения теорий может быть сформулирован следующим образом:

1. Опытные факты, послужившие основанием для разработки теории.
2. Понятийный аппарат теории.
3. Основные положения (принципы) теории.
4. Математический аппарат теории (ее основные уравнения).
5. Круг явлений, объясняемых теорией.
6. Следствие из теории (явления и свойства тел, частиц, полей, предсказываемые теорией).
7. Опыты, подтверждающие справедливость данной теории и ее следствий.

Этот план изучения теории также полезно выполнить на кодограмме, спроецировать на экран и предложить учащимся перепи-

сать в рабочие тетради для использования при подготовке к урокам и при построении ответов. Полезно иметь данный план в кабинете физики, выполнив его крупным шрифтом на плакате для постоянного пользования.

В дальнейшем работа с этим планом продолжается при изучении электромагнитной теории, электромагнитной теории света, элементов теории относительности, квантовой теории света, теории строения атома и ядра.

При изучении теорий в XI классе целесообразно обратить внимание на структуру обобщенного плана, выделив в ней эмпирический базис, ядро теории и следствия из теории.

Говоря о следствиях из теории, следует выделить в них две функции: объяснительную и предсказательную.

Таким образом подчеркивается то, что роль теории не сводится только к объяснению известных явлений и свойств тел, веществ, полей, частиц. «Сила» теории, ее «научная мощь» заключаются в том, что она позволяет предсказать новые, до сих пор неизвестные явления или свойства веществ, полей и частиц.

Такого рода обобщения целесообразно осуществить при изучении электромагнитной теории Максвелла. Именно здесь можно обратить внимание учащихся на то, что на основе этой теории было высказано предположение об электромагнитной природе света, которое в дальнейшем нашло подтверждение в опытах П. Н. Лебедева по обнаружению и измерению давления света, а также в опытах А. А. Глаголевой-Аркадьевой по открытию миллиметровых электромагнитных волн, занимающих на шкале промежуточное положение между радиоволнами и инфракрасными лучами, т. е. волнами оптического диапазона.

Давление света было подтверждено наблюдениями за отклонением хвостов комет под действием света солнечных лучей. В основных направлениях реформы общеобразовательной и профессиональной школы обращается внимание на необходимость усиления преподавания естественнонаучных дисциплин, на изучение *технологических процессов,* что имеет важное значение для решения задач политехнического обучения и профориентации учащихся.

Технология — один из компонентов любого производства, способ воздействия на предмет труда (на тела, вещества, различное сырье, материалы, почву, растения и т. д.) в процессе его преобразования, обработки с целью получения необходимых для производства веществ, материалов, продуктов питания. Без технологии не обходится ни одно производство, поэтому учащихся необходимо знакомить с наиболее важными, распространенными технологическими процессами при изучении каждого раздела школьного курса физики.

В школьном курсе физики представляется возможным познакомить учащихся с физическими основами некоторых технологических процессов, показанных ниже.

Технологический процесс	Класс
1. Очистка и сортировка зерна	IX
2. Обработка металлов давлением (штамповка, прокатка и т. д.)	X
3. Сжижение газов	X
4. Диффузионное покрытие металлов (цементация, оксидирование, алитирование, силицирование)	X
5. Механические способы обработки почвы (боронование, прикатывание)	X
6. Электростатическая покраска	X
7. Предпосевная обработка семян в электростатическом поле	X
8. Электростатический метод обогащения руд	X
9. Электростатическое покрытие металлов	X
10. Закалка стальных деталей токами высокой частоты	XI
11. Гамма-облучение овощей, фруктов с целью продления срока их хранения	XI

Обобщенный план технологических процессов лучше дать в X классе при изучении диффузионных покрытий металлов, например цементации. Учитель сообщает учащимся о том, что явление диффузии наблюдается не только на лабораторном столе; оно широко используется на производстве и в повседневной жизни, например заварка чая, засолка овощей, изготовление маринадов, компотов, варенья в быту и в промышленности, поверхностная обработка металлов с целью повышения антикоррозийных свойств, прочности деталей, их жаростойкости, твердости. К таким процессам относятся: цементация, оксидирование, алитирование, силицирование и др.

Понятие о сущности технологического процесса можно дать на примере цементации, широко используемой в машиностроении и приборостроении для повышения поверхностной прочности и жаростойкости деталей.

Сущность цементации заключается в том, что детали помещают в емкости с порошком графита и устанавливают в термические печи. При высокой температуре (порядка 700 °С) повышается скорость теплового движения молекул углерода, и они проникают в поверхностный слой металла. Глубина проникновения зависит от температуры и времени цементации.

Учащимся можно показать шлифы разлома стальных деталей, на которых с помощью лупы отчетливо виден темный слой цементации — «науглероженный» слой металла.

После объяснения сущности этого процесса учащимся предлагается следующий **обобщенный план изучения технологических процессов:**

1. Назначение данного технологического процесса.
2. Народнохозяйственное значение его осуществления.

3. Явления, законы, положенные в основу технологического процесса.

4. Схема технологического процесса, его основные этапы.

5. Требования к качеству получаемой продукции.

6. Требования правил безопасного труда к осуществлению технологического процесса.

7. Научное обоснование требований правил безопасного труда к осуществлению технологического процесса.

8. Требования к знаниям специалиста, осуществляющего управление технологическим процессом.

9. Требования к личностным качествам специалиста, осуществляющего технологический процесс.

10. Влияние технологических процессов на окружающую среду (на людей, технику, природу, животный и растительный мир).

Данный план проецируют на экран и предлагают учащимся по нему построить рассказ о цементации.

В качестве индивидуального задания группе учащихся можно предложить подготовить дома сообщение по этому плану о таких технологических процессах, основанных на диффузии, как получение сахара из сахарной свеклы и оксидирование.

Включение в план вопросов 6, 7, 8, 9, 10 играет важную роль в профориентации учащихся. Они оценивают свои способности, личностные качества с позиций требований к специалистам, осуществляющим технологические процессы, получают представление об условиях труда. Все это необходимо знать для сознательного выбора профессии.

§ 2.4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ УМЕНИЙ РАБОТАТЬ С УЧЕБНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ

Определение критериев и уровней сформированности умений и навыков самостоятельной работы учащихся имеет важное значение.

Так как в современной школе выработка умения самостоятельно приобретать знания рассматривается как одна из важнейших задач обучения, то особый интерес представляет определение критериев и уровней сформированности у учащихся умений и навыков познавательного характера.

Для правильной оценки сформированности таких умений необходимо прежде всего определить общие критерии для всех видов умений, а затем на их основе критерии и уровни сформированности для групп умений.

В основу определения критериев и уровней сформированности умений познавательного характера положен деятельностный подход. Каждый вид деятельности имеет довольно сложную структуру и слагается из системы элементарных действий и операций. Поэтому в качестве основных критериев, *общих* для *всех*

умений, можно выделить *состав* и *качество* выполняемых действий и операций, их *осознанность, полноту* и *свернутость.*

В соответствии с этими характеристиками можно выделить три основных уровня сформированности умений:

I уровень (низший) характеризуется тем, что обучаемый выполняет лишь отдельные операции, причем последовательность их хаотична, действие в целом не осознано.

II уровень (средний) характеризуется тем, что учащийся выполняет все операции, из которых слагается деятельность в целом, но последовательность их выполнения недостаточно продумана; действие выполняется недостаточно осознанно.

III уровень (высший) характеризуется тем, что обучаемый выполняет все операции; последовательность их выполнения достаточно хорошо продумана, поэтому она рациональна; действие в целом вполне осознано.

Говоря об уровне сформированности умений, можно (помимо состава и качества выполняемых операций, их осознанности, полноты и свернутости) выделить еще один критерий — *степень сложности* мыслительных операций, осуществляемых субъектом при выполнении данного вида деятельности. В этом случае низший (I) уровень соответствует осознанному выполнению элементарных операций; средний (II) — осознанному выполнению операций, требующих более сложных умственных действий; высший (III) — полному, осознанному выполнению операций, требующих сложных умственных действий.

При оценке уровней сформированности конкретных умений необходимо проводить структурный анализ соответствующей деятельности, выделять основные действия (операции), из которых она слагается, и определять наиболее рациональную последовательность их выполнения. Осознанное выполнение действий, умение найти рациональную последовательность определяют высший уровень сформированности умения.

Уровни I—III характеризуют умения работать с учебной литературой. Однако при подготовке учащихся к самообразованию, к потребности самостоятельно углублять и расширять знания, возникает необходимость в формировании у старшеклассников умения самостоятельно работать с дополнительной литературой (учебной и научно-популярной).

Этим обусловлено введение IV—VI уровней, соответствующих овладению более сложными умениями.

§ 2.5. РОЛЬ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ В ФОРМИРОВАНИИ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ С УЧЕБНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ

В развитии умения самостоятельно работать с дополнительной литературой важную роль играют учебные конференции и семинары, к которым учащиеся готовят доклады и сообщения, а

также небольшие рефераты. Без этих видов работы невозможно полноценно решить задачу подготовки учащихся к самообразованию, воспитать у них потребность самостоятельно приобретать и углублять знания, полноценно формировать познавательный интерес.

Главная цель учебных конференций — воспитать у учащихся интерес к работе с дополнительной литературой и выработать первоначальные умения самостоятельно работать с одним дополнительным источником (статья из газеты, научно-популярного журнала, книги для чтения, популярной брошюры) или подготовить доклад, сообщение.

На последующих этапах осуществляется формирование умений работать с несколькими источниками, систематизировать и обобщать свои знания, полученные при изучении темы, нескольких тем, раздела и курса в целом.

В формировании этих умений важную роль играют семинары как одна из форм учебных занятий в старших классах, на которую указывается в Основных направлениях реформы общеобразовательной и профессиональной школы. Цель проведения семинаров — научить учащихся работать с несколькими источниками, сравнивать изложение одних и тех же вопросов в различных источниках, высказывать свою точку зрения при коллективном обсуждении общих проблем. Задача семинара — систематизировать и обобщить знания учащихся по крупной теме, разделу, а также научить их это делать самостоятельно.

На заключительном этапе (XI класс) целесообразно проведение комплексных семинаров (семинаров межпредметного характера), в задачу которых входят *систематизация и обобщение знаний* по важнейшим вопросам для циклов учебных предметов, играющих важную роль в формировании научной картины мира и диалектико-материалистического мировоззрения. К таким вопросам относятся виды материи и формы ее движения, структурные формы вещества и их свойства, законы сохранения и их роль в природе и технике, проявления законов диалектики в природе и др.

В настоящее время накоплен интересный опыт проведения *комплексных* семинаров, разработана методика по предметам естественнонаучного цикла, проведено специальное исследование по проверке их эффективности.

В процессе подготовки к семинарам учащиеся учатся работать с каталогом, составлять библиографию, делать выписки из текстов, цитировать, писать тезисные планы и рефераты.

Глава III

ФОРМИРОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ

§ 3.1. ЗНАЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ УМЕНИЙ

В Основных направлениях реформы общеобразовательной и профессиональной школы подчеркивается необходимость коренным образом улучшить постановку трудового воспитания, обучения и профессиональной ориентации в общеобразовательной школе [5].

Курс физики является важной научной основой подготовки учащихся к труду в сфере материального производства. Поэтому в решении задач трудового воспитания должен активно участвовать учитель физики, который обязан помочь ученикам не только глубоко и прочно усвоить основной учебный материал, но и научить применять приобретенные знания на практике, т. е. сформировать у учащихся необходимые практические умения и навыки, к которым относятся и умения пользоваться измерительными приборами. Учащиеся старших классов испытывают большие затруднения при работе с лабораторным оборудованием и часто не умеют правильно им пользоваться, что усложняет выполнение ими лабораторных работ. Поэтому необходимо формировать у учащихся рациональные приемы работы с лабораторным оборудованием начиная с VII класса, где они должны научиться пользоваться штативом со всеми приспособлениями (правильно закреплять муфту, лапку, пользоваться кольцом), закреплять в штативе лабораторный динамометр при взвешивании тел, трибометр, рычаг при изучении равновесия тел.

На первых уроках, когда возникает необходимость использования штатива (при демонстрации сил сцепления свинцовых цилиндров), учитель должен показать принадлежности к нему из комплекта, объяснить назначение и правила их рационального крепления в штативе.

Одной из главных принадлежностей к штативу является муфта. В ней укрепляются трибометр, ось рычага и стержни блоков, а также крепежный стержень демонстрационного динамометра. Муфта закрепляется на стержне штатива так, чтобы желобок, в котором укрепляются детали и приспособления, был обращен вверх, как показано на рисунке 7. Такое расположение муфты делает крепление более надежным и предупреждает падение приборов.

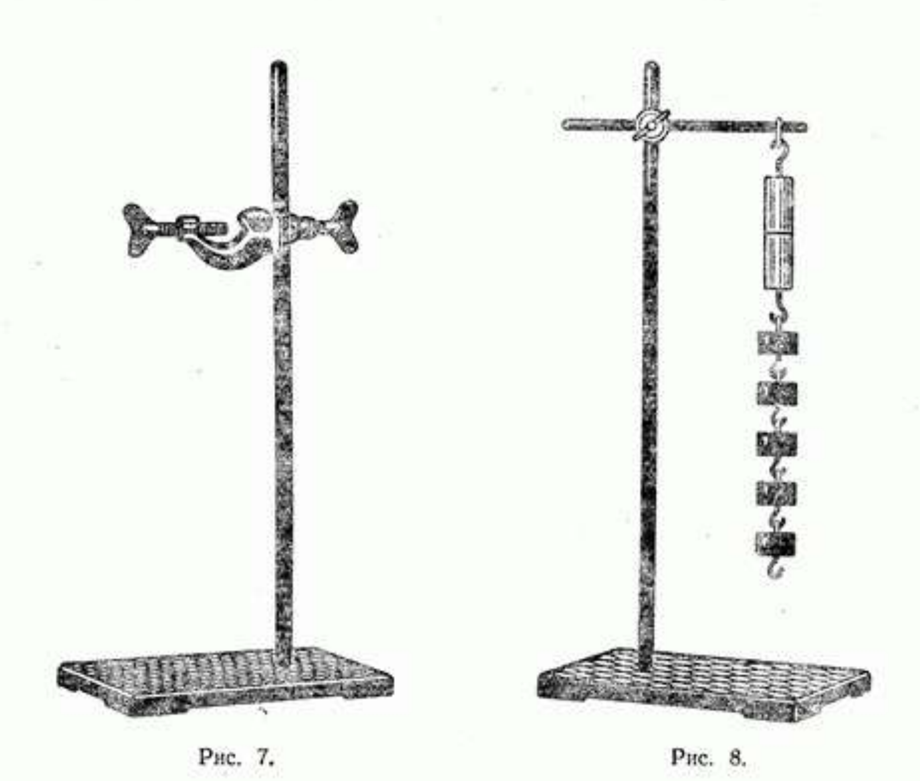


Рис. 7.

Рис. 8.

Все крепящиеся к штативу предметы должны располагаться так, чтобы их центры тяжести находились над площадью опоры штатива, как показано на рисунке 8. Это обеспечивает устойчивость всей установки и исключает падение штатива.

Необходимо также обратить внимание на воспитание у учащихся эстетических чувств при выполнении демонстрационного и лабораторного эксперимента. Каждая собранная установка должна быть изящна, компактна, надежна.

При изучении гидроаэростатики важно научить учащихся пользоваться стаканом с отливом. Они должны знать, что во время опытов стакан с отливом должен находиться на горизонтальной поверхности подставки и его положение не должно изменяться во время опыта.

Важно научить учащихся правильно пользоваться подставками, подъемными столиками при воспроизведении опытов и при выполнении лабораторных работ. Нужно показать, как правильно пользоваться подъемным столиком, обратив внимание на крепежный винт, позволяющий регулировать его высоту. Необходимо обратить внимание учащихся на то, что на подъемный столик не следует ставить демонстрационные гальванометры, вольтметры, тяжелые приборы и оборудование (например, гидравлический пресс), так как приборы могут упасть при неосторожном движе-

нии, а при установке тяжелых предметов на него может произойти срыв винта и их падение.

При взвешивании тел на рычажных весах необходимо обратить внимание учащихся на следующие правила:

1) на чашки весов нельзя ставить мокрые предметы;

2) разновески нужно брать пинцетом (и этому надо терпеливо и настойчиво учить учащихся);

3) разновески должны храниться в предназначенных для них гнездах футляра и закрываться стеклом.

Каждое из этих правил нужно обосновать учащимся и разъяснить, что для точности взвешивания важно обеспечить постоянство массы разновесок. Если же их брать загрязненными и влажными руками, то масса разновесок будет изменяться, так как на их поверхности постепенно будет накапливаться грязь; они будут подвергаться коррозии (разрушению). Аналогичное явление происходит и с чашками весов, что в конечном итоге приводит к увеличению погрешности измерений. Отсюда следует вывод о необходимости хранить чашки весов и разновески сухими и чистыми.

Использование пинцета при работе с разновесками предупреждает их загрязнение.

В VIII классе важно научить учащихся правильно пользоваться калориметром, спиртовкой. В школьной практике нередко наблюдается нарушение правил безопасного труда при работе с этими приборами. Нарушения заключаются в том, что внутренний сосуд калориметра с горячей водой учащиеся пытаются вынимать рукой, а пламя спиртовки пытаются задувать, вместо того чтобы прикрывать его колпачком.

При выполнении опытов по электростатике необходимо обратить внимание учащихся на правила пользования эбонитовой и стеклянной палочками: в руки следует брать только тот конец палочки, на котором проставлены риски. Это правило необходимо соблюдать для того, чтобы исключить загрязнение той части их поверхности, которая подвергается электролизации. На ладонях рук всегда есть частицы воды, солей, щелочей, кислот, которые делают поверхности палочек проводящими, поэтому при несоблюдении условий их использования опыты по электризации тел не получаются.

При постановке опытов по электромагнетизму необходимо обратить внимание на правила хранения постоянных магнитов. Полосовые магниты должны храниться в коробках (рис. 9, слева). Соблюдение этого правила необходимо для сохранения их намагниченности (наличие якорей позволяет обеспечить замкнутость силовых линий магнитного поля). Ни в коем случае нельзя хранить магниты так, как показано на рисунке 9, справа. При таком хранении магниты быстро размагничиваются. К сожалению, нарушение этого правила часто наблюдается в школьных кабинетах физики. Дугообразные магниты при хранении надо также обязательно замыкать якорями (рис. 10). К со-

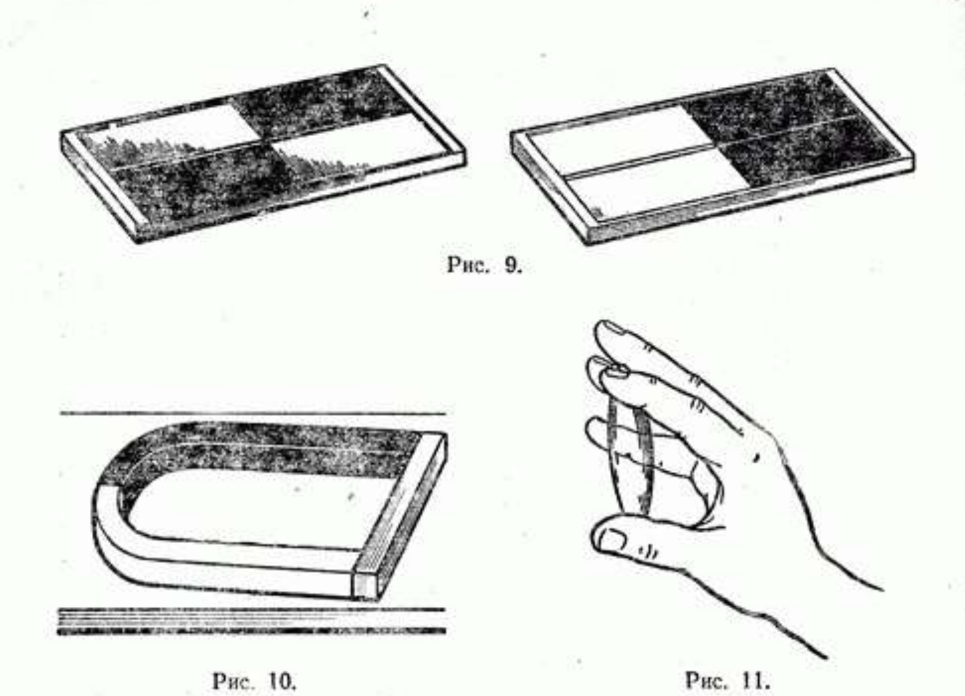


Рис. 9.

Рис. 10.

Рис. 11.

блюдению условий правильного хранения магнитов необходимо приучать учащихся.

Перечисленное оборудование и принадлежности в дальнейшем используются в курсе физики IX и X классов.

В XI классе при изучении оптики важно научить учащихся правильно пользоваться осветителем, проекционным аппаратом и принадлежностями к нему, которые при хранении крепятся на оптической скамье при помощи рейтеров. Это обеспечивает хорошую сохранность деталей проекционного аппарата и необходимое удобство при их использовании.

Учащиеся должны знать правила обращения с оптическими стеклами: линзами, призмами, зеркалами. При подготовке к опытам их поверхности нельзя протирать бумагой, грубой материей, так как при этом на них остаются царапины, ухудшающие качество и оптические свойства. Очищать поверхности оптических стекол можно хлопчатобумажной тканью, мягкой фланелью или замшей. Брать линзы можно только за края, как показано на рисунке 11.

Соблюдение правил обращения с оборудованием и приборами способствует воспитанию у учащихся бережливого отношения к ним, культуры труда, аккуратности. Учащиеся должны понимать, что государство расходует огромные средства на учебное оборудование. Поэтому каждый прибор необходимо беречь, чтобы продлить период его службы, а отпускаемые на оборудование средства расходовать на приобретение новых учебных приборов.

§ 3.2. ФОРМИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ

Измерительные умения относятся к числу таких, которыми учащиеся пользуются при изучении всех предметов естественного и математического циклов. Эти умения необходимы каждому человеку современного общества, так как с ними приходится иметь дело не только в производственных условиях, но и в повседневной жизни. Их приходится выполнять в процессе наблюдений и опытов, на основе которых формируются новые понятия, устанавливаются новые закономерности.

Поэтому от уровня сформированности измерительных умений зависит также формирование умений самостоятельно вести наблюдения и ставить опыты.

Первоначальные измерительные умения учащиеся получают на уроках математики в III—IV классах. Здесь они выполняют измерения линейных размеров тел, площадей плоских фигур, производят вычисления объемов. На уроках природоведения в V классе производят измерение температуры; в VI классе на уроках географии — измерения на местности, атмосферного давления; в VII классе на уроках физики знакомятся с измерением массы и веса тела, плотности вещества, силы и т. д.

Чем подробнее рассматриваются все элементы (операции), из которых складывается процесс измерения, чем тщательнее выполняют учащиеся каждую операцию, тем быстрее они овладевают умением, тем выше уровень его сформированности.

В целях ускорения процесса формирования измерительных умений и обеспечения точности их выполнения необходимо в VI классе на уроке, когда учащиеся начинают пользоваться измерительным прибором, дать понятие о цене деления и выполнить ряд упражнений по ее определению. Цена деления определяется как значение наименьшего деления шкалы прибора. При определении линейных размеров тел полезно поупражнять учащихся в определении цены деления демонстрационного метра (1 см), портновского метра (0,5 см), масштабной линейки (1 мм). На этом же уроке с целью закрепления понятия о цене деления полезно поупражнять учащихся в определении цены деления демонстрационного, а также лабораторного и медицинского термометров, знакомых им из курса природоведения.

Упражнения по определению цены деления полезно провести также по рисункам приборов, проецируемых на экран. С этой целью удобно воспользоваться кодограммами шкал различных приборов, включая шкалы различных мензурок.

Время на изучение шкал приборов, определение цены деления, нижнего и верхнего пределов измерения позволяет обеспечить у учащихся формирование обобщенного умения данного вида и надежного выполнения измерений в последующих работах с динамометром, барометром и другими измерительными приборами.

4 Заказ № 1864

При изучении барометра-анероида будет своевременно ввести обобщенный план деятельности по изучению шкалы прибора и выполнению прямых измерений. Если учителем продумана и хорошо организована работа по выполнению прямых измерений и формированию у учащихся умения выполнять все операции, из которых слагаются измерения, то в дальнейшем будет сравнительно легко перейти к формированию обобщенного измерительного умения и к выработке у них умения выполнять косвенные измерения.

Впервые с косвенным нахождением величин учащиеся встречаются в VII классе при определении скорости равномерного движения по формуле

$$v = \frac{s}{t}.$$

Пройденный путь измеряется при этом демонстрационным метром, время — секундомером (часами). С участием учащихся вырабатывается алгоритм определения производных единиц физических величин. Это умение в дальнейшем закрепляется при изучении плотности вещества, механической работы, мощности, при изучении удельной теплоемкости, удельной теплоты плавления веществ, сопротивления проводников.

При изучении силы тока и напряжения внимание учащихся обращается на то, что эти величины могут быть измерены как прямыми измерениями (при помощи амперметра и вольтметра), так и косвенным методом по формулам:

$$I = \frac{U}{R} \text{ или } U = IR.$$

К началу обучения в IX классе учащиеся должны уметь уверенно выполнять как прямые, так и косвенные измерения.

Глава IV

ФОРМИРОВАНИЕ УМЕНИЙ НАБЛЮДАТЬ

§ 4.1. ЗНАЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ УМЕНИЙ НАБЛЮДАТЬ. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ В ДИДАКТИКЕ И ПРАКТИКЕ ШКОЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

Познание согласно ленинской формуле: «От живого созерцания к абстрактному мышлению и *от него к практике* — таков диалектический путь познания *истины,* познания объективной реальности» [2, с. 152—153] — чаще всего начинается с чувственного восприятия окружающей действительности посредством органов чувств при активной мыслительной деятельности человека, т. е. начинается с наблюдения.

Наблюдение — длительное, целенаправленное и планомерное восприятие предметов и явлений окружающей действительности. Оно является одним из важнейших методов исследования в научном познании, источником научного знания и может проводиться в естественных и искусственных (экспериментальных) условиях. «Физик,— отмечал К. Маркс,— или наблюдает процессы природы там, где они проявляются в наиболее отчетливой форме и наименее затемняются нарушающими их влияниями, или же, если это возможно, производит эксперимент при условиях, обеспечивающих ход процесса в чистом виде» [1, с. 6].

Наблюдение является не только простейшим, элементарным способом познания, но и составной частью эксперимента, который без наблюдения лишен всякого смысла.

Кроме эксперимента, наблюдение связано с такими методами познания, как сравнение и измерение.

Существует также более глубокая связь наблюдения с методами теоретического уровня познания.

В современной теории познания выделяются три основные функции наблюдения в научном исследовании:

1) обеспечение эмпирической информации, необходимой как для постановки новых проблем и выдвижения гипотез, так и для последующей их проверки (наблюдения магнитного поля тока, фотоэффекта, излучения Черенкова — Вавилова и т. д.);

2) проверка гипотез, которые нельзя осуществить с помощью эксперимента (например, некоторых положений общей теории относительности);

3) осуществление посредством наблюдения сопоставления результатов, полученных в ходе теоретического исследования, проверка их адекватности и истинности (например, открытие планеты Нептун, отклонение кометных хвостов).

В советской дидактике наблюдение рассматривается как один из основных методов обучения, но правильнее *учебное наблюдение* определить как вид учебной деятельности, заключающейся в планомерном, продолжительном восприятии предметов и явлений окружающей действительности, осуществляемом с определенной учебной целью.

Учебное наблюдение в отличие от научного как метод обучения представляет собой двусторонний процесс, состоящий из деятельности учителя (организация наблюдений) и учащихся, включающей в себя ощущения, восприятие и активное, целенаправленное мышление. Для характеристики деятельности учителя при организации наблюдений лучше всего подходит понятие демонстрации или показа, куда входит выбор объекта наблюдения, обеспечение необходимых условий для его проведения, организация внимания школьников на определенное качество наблюдаемого объекта, подведение их к выводам и обобщениям, проверка качества проведенного наблюдения.

Учащиеся в процессе наблюдения познают внешние свойства и признаки предметов и явлений, устанавливают определенные связи и зависимости между ними.

Наблюдение в учебном процессе может происходить как в научном познании, так и в естественных (в природе, повседневной жизни, учебных мастерских) и искусственных (экспериментальных) условиях.

Научное наблюдение планируется ученым; он определяет цель наблюдения и способы обработки результатов. Эти наблюдения являются систематическими. Учебное наблюдение осуществляется по заданию учителя и под его контролем; цель наблюдения, как правило, формулируется им же. Учебные наблюдения чаще всего являются эпизодическими, так как изучаемое явление или объект наблюдается учащимися лишь на том уроке или экскурсии, когда они изучаются.

Овладение знаниями в процессе наблюдения неразрывно связано с развитием мышления. Наблюдение, отмечал выдающийся советский педагог В. А. Сухомлинский, «...не только метод изучения материала, но и метод умственного развития, воспитания разума» [22, с. 254].

В процессе учебного наблюдения учащиеся овладевают умением подчинять собственное восприятие определенной цели, организовывать свои действия в соответствии с заранее намеченным планом, умением выделять наиболее существенное.

Восприятие, мышление и речь учащихся объединяются при наблюдении в единый процесс умственной деятельности.

Велико воспитательное значение наблюдения, в процессе которого формируются определенные волевые качества личности: целеустремленность, самостоятельность и особенно наблюдательность. Важнейшая черта развитого ума — наблюдательность, «уменье видеть умственными глазами нашими предмет в центре

всех его отношений...»— писал великий русский педагог К. Д. Ушинский [27, с. 356].

Важную роль играют наблюдения в совершенствовании практических умений и навыков обращения с различными приборами, а также они могут предшествовать эксперименту, служить источником проблемы, создавая специальные условия, вмешиваясь в естественный ход явления.

В то же время учебное наблюдение является обязательной составной частью учебного эксперимента. Это могут быть наблюдения за показаниями приборов, за условиями проведения опытов, за работой аппаратуры и механизмов, используемых в эксперименте.

Знания, полученные учащимися при наблюдении в процессе самостоятельных работ, являются наиболее достоверными и надолго остаются в их памяти.

Таким образом, организация наблюдений, проводимых учащимися в процессе обучения, развивает у школьников наблюдательность — важную психическую черту личности, в значительной мере определяющую общий уровень развития человека (чем наблюдательнее человек, тем больше он видит и познает в окружающей его действительности); знакомит их с особенностями наблюдения как методами научного познания и дает возможность им изучать свойства тел, а также явления природы и общества; развивает мышление учащихся, эмоционально-волевые качества, например целеустремленность, настойчивость, выдержку.

Формирование умения наблюдать чрезвычайно важно для подготовки учащихся к практической деятельности и выполнению экспериментальных работ.

Выясним, какого вида наблюдения организуются в учебном процессе в преподавании физики, так как каждый вид наблюдения в зависимости от цели, с которой оно проводится, требует особой методики.

Проклассифицируем наблюдения *по объектам,* которые наблюдаются, и *по их роли в учебном процессе.* В первом случае можно выделить наблюдения химических, физических, биологических явлений, а также предметов с целью выявления у них общего и особенного в их свойствах и наблюдения за работой машин, механизмов, за осуществлением технологических процессов.

По роли в учебном процессе наблюдения делятся: на предварительные (на них учитель опирается при объяснении нового материала), иллюстративные и исследовательские.

Также различают наблюдения по месту (наблюдения в природе, лабораторных и производственных условиях) и по роли в формировании понятий; наблюдения, осуществляемые для выявления внешних и внутренних признаков свойств явлений и предметов, установления взаимосвязи явлений и свойств предметов и выявления общих черт и различий класса предметов (явлений).

Формы организации наблюдений могут быть индивидуальные и групповые.

§ 4.2. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ У УЧАЩИХСЯ ОБОБЩЕННОГО УМЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНО ОСУЩЕСТВЛЯТЬ НАБЛЮДЕНИЕ

Обучение учащихся умениям проводить наблюдения целесообразно начинать с наблюдений за объектами, которые демонстрирует учитель. Он должен четко разъяснять цель наблюдения, давать указания о том, в какой форме (или каким способом) лучше зафиксировать его результаты. Все это можно рассматривать как *первый этап* в формировании у учащихся умения наблюдать.

В тех случаях, когда у учащихся имеется запас необходимых теоретических знаний, предварительно может быть дано задание, в котором указано, что учащиеся должны не только пронаблюдать, но и суметь объяснить явление или различия в характере протекания нескольких явлений.

Рассмотрим это на примере двух наблюдений. В одном из них учащиеся судят об изменениях, происходящих с телами, в другом делают опосредованные заключения.

1. Наблюдение за расширением тел при нагревании. Учитель показывает учащимся прибор, изображенный на рисунке 12, *а*. Уровень жидкости в трубке к началу наблюдения зафиксирован резиновым кольцом.

Объяснив устройство прибора, учитель сообщает учащимся, что теперь он будет нагревать пробирку с жидкостью, помещая ее в сосуд с подогретой водой. Перед учащимися ставится задача пронаблюдать, как будет изменяться уровень жидкости в трубке, и объяснить эти изменения.

Учащиеся наблюдают повышение уровня жидкости в трубке вскоре после погружения пробирки в сосуд с нагретой водой. Учитель обращается к ним с вопросами: 1) Как изменился уровень жидкости в трубке? 2) О чем свидетельствует повышение уровня жидкости в трубке? (Почему это произошло?)

Наблюдаемое явление они объясняют увеличением объема жидкости при нагревании (рис. 12, *б*).

Затем учитель помещает пробирку в сосуд с холодной водой; так же предлагает пронаблюдать за изменением уровня жидкости в трубке и объяснить наблюдаемое явление. Теперь учащиеся видят понижение уровня жидкости в трубке (рис. 12, *в*), объясняя это уменьшением объема жидкости при охлаждении, причем ниже уровня, зафиксированного резиновым кольцом.

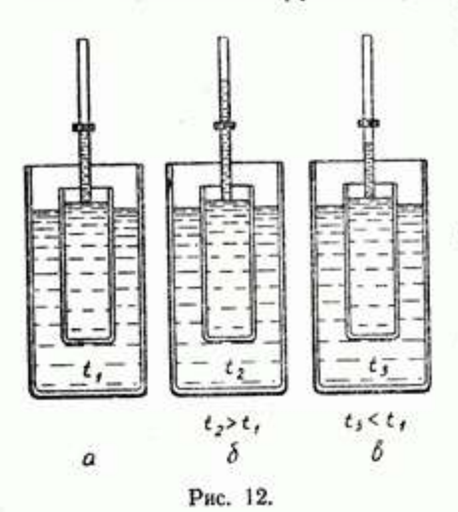


Рис. 12.

Полезно в данном случае к рисунку дать краткие пояснения. Однократное наблюдение не дает основания для обобщения. Поэтому учитель повторяет опыт еще с несколькими жидкостями, например с маслом, спиртом, керосином. И с этими жидкостями учащиеся наблюдают аналогичное явление. Теперь имеется достаточное основание для обобщения. Учитель предлагает сформулировать общий вывод из серии опытов. Вывод следует один: все жидкости при нагревании расширяются [1].

2. Наблюдение за увеличением линейных размеров тел при нагревании. Учитель демонстрирует прибор, называемый шаром Гравезанда [2]. Внимание учащихся обращается на то, что при комнатной температуре шар свободно проходит через кольцо. Перед учащимися ставится задача пронаблюдать, будет ли шар проходить через кольцо, если его нагреть. Пока шар нагревается, учитель предлагает детям зарисовать прибор. Нагрев шар, он снова помещает его внутрь кольца. При этом внимание учащихся обращается на то, что теперь шар через кольцо не проходит. Детям предлагается объяснить это. От учащихся поступают ответы вида: «Шар от нагревания стал больше», «Шар расширился при нагревании и поэтому не проходит через кольцо, размеры которого остались прежними».

Здесь полезна постановка таких вопросов: 1) Можно ли обнаружить увеличение размеров шара визуально? 2) Для чего в опыте используется кольцо? 3) Что произойдет, если шар и кольцо одновременно нагревать или одновременно охлаждать?

В X классе при изучении термодинамики демонстрируется опыт по адиабатному расширению газа (рис. 13), при анализе

[1] С аномальными свойствами воды учащиеся знакомятся позднее.

[2] Прибор изображен на рисунке 12 учебника «Физика, 6—7» (М.: Просвещение, 1987).

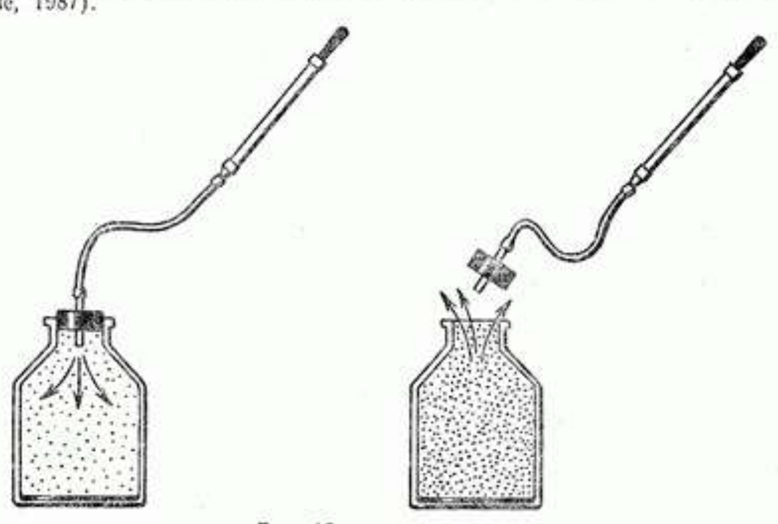


Рис. 13.

которого учащиеся убеждаются в том, что внутренняя энергия газа, совершающего работу при расширении, уменьшается. Об уменьшении внутренней энергии они судят опосредованно: по туману, образующемуся внутри стеклянного сосуда при выбрасывании пробки из его горла.

Демонстрация сопровождается вопросами: 1) Что можно сказать о внутренней энергии воздуха при нагнетании внутрь сосуда? 2) Что происходит при вылете пробки из сосуда? 3) Почему при выбрасывании пробки образуется туман и на его стенках оседают капли воды? 4) Как при этом изменяется внутренняя энергия воздуха, заполняющего сосуд? 5) Почему опыт демонстрируется в проходящем свете?

В процессе демонстрации опытов учитель должен обеспечить хорошую видимость наблюдаемых объектов и явлений; при этом необходимо пояснить назначение каждого из используемых приборов, например подъемного столика, экрана для фона, стрелки-указателя, а также показать приемы для успешного проведения опытов, которыми учащиеся смогут пользоваться при выполнении наблюдений в процессе лабораторных работ и домашних экспериментов.

Посредством наблюдений за явлениями и предметами, которые демонстрирует учитель, достигается известная наглядность в восприятии. Однако восприятие еще не является полным, так как при этом учащиеся пользуются только слуховыми и зрительными анализаторами. Полным оно может оказаться при условии, если предметы и явления познаются не только зрением и слухом, но и другими чувствами, взаимно дополняющими друг друга. Последнее возможно лишь при самостоятельном выполнении учащимися наблюдений и опытов, когда они сами воспроизводят то или иное явление, внимательно рассматривают предметы, приборы, сравнивая их друг с другом, выделяя в них общие признаки и существенные различия. При этом в восприятии наряду со зрительными участвуют осязательные, двигательные, а иногда и обонятельные анализаторы. Если наблюдение сопровождается всесторонним анализом, записями и зарисовками, то в нем достигается совместное действие первой и второй сигнальных систем, что обеспечивает большую глубину восприятия.

Самостоятельное наблюдение и опыты осуществляются постановкой таких работ, при которых весь класс одновременно выполняет одно и то же наблюдение или один и тот же опыт. Название «лабораторные работы» указывает на особенность их проведения, заключающуюся в том, что они проводятся в специально оборудованном для них помещении — учебной лаборатории.

Первые, фронтально выполненные учащимися наблюдения не являются вполне самостоятельными; они осуществляются при активном участии в них учителя, который не только формулирует цель наблюдения, но и показывает приемы наблюдения, обеспечивающие лучшую видимость объекта, более четкое его восприятие.

На втором этапе при формировании умения проводить наблюдения учащихся знакомят с различными способами кодирования результатов. В одних случаях это будет схема установки с конкретными словесными пояснениями (например, при установке в вертикальное положение стержня с помощью отвеса выполняется рисунок 14, *а, б* с краткими подписями), в других случаях это будут зарисовки, изображающие отдельные, наиболее характерные моменты (этапы) в развитии явления или процесса. Так, при изучении явления кипения учащимся рекомендуется с помощью рисунков изображать изменения, происходящие с пузырьками воздуха, находящимися внутри жидкости, при нагревании ее от комнатной температуры до температуры кипения. Вначале образуются мелкие пузырьки на дне и стенках сосуда, а затем внутри всего объема жидкости. С увеличением температуры объем пузырьков возрастает и они начинают подниматься вверх. На поверхности жидкости пузырьки лопаются, находившийся в них водяной пар выходит в атмосферу — вода кипит.

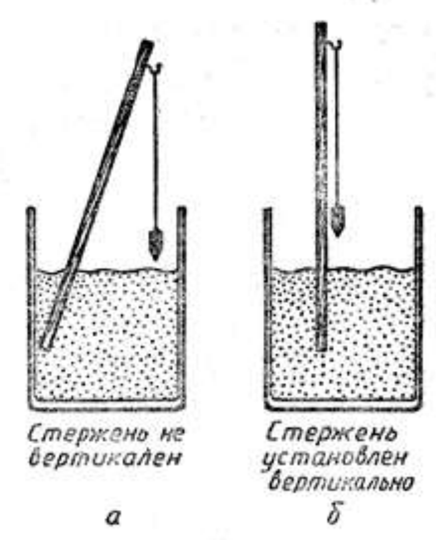


Рис. 14.

По ходу наблюдения ставятся вопросы: 1) Что это за пузырьки? 2) Почему вначале они образуются на дне и стенках сосуда? 3) Почему пузырьки поднимаются вверх? 4) Почему при подъеме вверх объем пузырьков увеличивается? 5) До какого момента в процессе нагревания происходит повышение температуры? 6) При какой температуре происходит кипение воды? Здесь рекомендуем с помощью рисунков изображать изменения, происходящие с пузырьками воздуха, находящимися внутри жидкости, при нагревании ее от комнатной температуры до температуры кипения.

Это ценная работа для развития наблюдательности учащихся. Только при необходимости уловить и зарисовать отдельные моменты процесса, происходящего внутри жидкости при ее нагревании, учащиеся получат правильное понятие о сущности процесса кипения, его основном отличии от процесса испарения.

В тех случаях, когда наблюдение сопровождается измерениями, возникает необходимость в записи их результатов. Учителю нужно показать наиболее рациональные способы таких записей, что необходимо сделать при организации первых фронтальных наблюдений и опытов. Важно научить выбирать такую форму записи, которая была бы весьма краткой и в то же время пол-

ной, т. е. включала бы все измерения в определенной логической последовательности.

В некоторых случаях результаты наблюдения могут быть выражены только с помощью словесного описания. В большинстве же случаев словесная запись лишь дополняет знаковую запись с помощью чисел, схем, рисунков.

Умение кратко, логично, грамотно зафиксировать результаты наблюдения является одним из необходимых элементов ведения научных исследований.

Надо иметь в виду, что сама запись (знаковая или словесная) является одним из способов систематизации и упорядочения информации, полученной с помощью наблюдения. И чем более она упорядочена и систематизирована, тем легче выделить главные и существенные признаки изучаемого явления (предмета), его связи (непосредственные и опосредованные) с другими явлениями.

Пренебрежение к работе по формированию у учащихся умений выполнять такую запись приводит нередко к тому, что ученики, выполнив наблюдения, ничего не могут написать в своем отчете о нем, затрудняются сформулировать выводы. А это, несомненно, отрицательно сказывается и на усвоении понятий, так как выводы из наблюдений представляют собой в конечном итоге или указание на существенные признаки понятий, или указание на характер отношений взаимосвязанных понятий.

Третий этап в формировании умения наблюдать характеризуется предоставлением учащимся полной самостоятельности в выполнении всех операций, из которых слагается наблюдение в лабораторных условиях, и способов записи его результатов.

Этот этап было бы неверно относить к какому-то определенному классу или году обучения, так как в каждом классе, по каждому предмету имеется своя специфика выполнения наблюдений, новые методы и приемы, которыми должны овладеть учащиеся.

Необходимым условием подготовки учащихся к самостоятельному проведению наблюдений и опытов является обучение их рациональным способам записи результатов этих наблюдений, что должно осуществляться при изучении природоведения еще в III—IV классах и совершенствоваться при выполнении все усложняющихся экспериментальных и практических работ.

Поэтому в каждом классе необходима организация полусамостоятельных работ, в процессе выполнения которых учащиеся приобретают знания и умения для самостоятельного выполнения наблюдений и опытов. Но в каждом последующем классе уровень выполнения этих работ становится выше уровня предыдущего.

Учитель любого предмета должен для каждого класса заранее определить, какие понятия целесообразно формировать, опираясь на демонстрационный эксперимент, наблюдения и опыты, выполняемые учащимися фронтально под руководством учителя и совершенно самостоятельно.

Глава V

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УМЕНИЙ

§ 5.1. РОЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА В НАУЧНОМ И УЧЕБНОМ ПОЗНАНИИ

Наблюдение как метод исследования дает возможность изучить лишь внешние признаки явлений и предметов. Более глубокие знания о сущности явлений и свойствах предметов могут быть получены с помощью экспериментального и теоретического методов исследования.

На экспериментальном уровне идет процесс накопления фактов, информации об исследуемых явлениях, проводятся наблюдения, измерения, сравнения, ставятся эксперименты, формируются и вводятся в научный обиход понятия, производится первичная систематизация знаний и формулируются экспериментальные законы.

На теоретическом уровне достигается высший синтез знаний в форме научной теории. Основоположник отечественной науки М. В. Ломоносов отмечал: «Опыт ценнее тысячи мнений, рожденных воображением», а академик Л. Д. Ландау говорил: «Опыт — верховный судья теории».

Под экспериментом понимают научно поставленный опыт, т. е. наблюдение исследуемого явления в учитываемых условиях, позволяющих следить за его ходом и воссоздавать его каждый раз при повторении тех же условий.

Экспериментальный метод дает возможность установить причинно-следственные связи между явлениями, а также между величинами, характеризующими свойства тел и явлений. Он дает возможность выяснить кинетику, динамику процессов и их энергетическую сущность.

Академик С. И. Вавилов указывал на двойную роль эксперимента: 1) эксперимент доказывает или отвергает какие-либо теоретические положения; 2) эксперимент может стать предпосылкой новой теории или гипотезы, которая должна быть подтверждена новыми экспериментами. Обе стороны эксперимента неразрывно связаны. «Ответ, даваемый опытом,— подчеркивал он,— иногда может быть неожиданным, и тогда опыт становится первоисточником новой теории. Так, например, возникло учение о радиоактивности. В этом самое ценное, эвристическое значение опыта» [10, с. 16—17]. «Развитие познания,— отмечал известный советский философ П. В. Копнин,— предполагает непрерывное взаимодействие опыта, в частности эксперимента, и теоретического мышления...» [16, с. 373].

В соответствии с целями и задачами исследования эксперимент может быть количественным или качественным; иллюстративным, демонстрационным, исследовательским; техническим или научным.

Элементами экспериментального метода исследования в научном познании являются наблюдение, сравнение, измерение и собственно сам эксперимент.

Как метод исследования эксперимент имеет свои сильные и слабые стороны. Сильная сторона эксперимента заключается в том, что он позволяет получать явление в «чистом виде», исключать влияние на изучаемое явление побочных факторов, изучать его в разных условиях, останавливать исследуемый процесс на любой стадии и повторять любое число раз, изучать предмет с большой тщательностью, расчленять его на отдельные части и выделять интересующие нас стороны.

Этим достигается глубина исследования сущности явлений и законов природы, повышается доказательность выводов, которые могут быть сделаны на основе эксперимента.

Эксперимент составляет важную сторону практики. С его помощью наука в состоянии не только объяснить явления материального мира, но и непосредственно овладеть ими. Поэтому эксперимент является одним из главных средств связи науки с производством. Эксперимент является средством исследования и изобретения новых приборов, машин, материалов и процессов в промышленной технике. Он является важнейшим средством проверки годности технических проектов и усовершенствования технологических процессов.

Для современного специалиста любой отрасли народного хозяйства и естественнонаучных дисциплин важное значение имеет владение методикой эксперимента. Эксперимент является критерием всех теоретических построений. Без экспериментального подтверждения ни одна теория не может долго существовать. Вот почему в советской средней школе, повышая теоретический уровень преподавания основ наук, все время уделяется большое внимание различным видам учебного эксперимента, который нетождествен научному, но имеет целый ряд общих с ним черт. Широкое применение эксперимента в школьном преподавании способствует формированию у учащихся правильного понятия об особенностях эксперимента как о методе научного исследования.

Содержанием учебного эксперимента являются: а) изучение явлений, особенностей их протекания в определенных условиях; б) изучение причинно-следственных связей между явлениями и функциональной зависимости между величинами, характеризующими явления и свойства тел (например, зависимости температуры кипения от давления); в) изучение и сравнение свойств вещества в различных состояниях (например, упругости, пластичности) и свойств физических полей (например, движение тел в поле тяготения); г) иллюстрация законов, сформулированных на основе опытов или в результате логических умозаключений, опи-

рающихся на общетеоретические положения или метод индукций; д) определение констант (например, электромеханического эквивалента); е) изучение и испытание приборов (например, испытание электромагнитного реле и фотореле, генератора электромагнитных волн).

§ 5.2. СТРУКТУРА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОПЫТОВ

Научному эксперименту, как правило, предшествует гипотеза, с помощью которой определяется, что должно произойти при определенных действиях, и на этой основе моделируется содержание (ход) эксперимента и его цель. Когда содержание эксперимента определено, разрабатывается способ (методика) его осуществления. Например, экспериментальному изучению зависимости между давлением и объемом данной массы газа предшествует гипотеза, согласно которой давление газа должно увеличиваться при уменьшении объема газа (что следует из молекулярно-кинетической теории газа).

Из высказанного предположения вытекает содержание опыта: измерение давления газа при изменении его объема, которое также строго учитывается. На постановку опыта накладываются ограничения, т. е. в нем должно быть исключено влияние температуры и массы газа. Отсюда следует вывод: опыт нужно поставить так, чтобы температура и масса газа оставались постоянными. Дальнейшая задача заключается в разработке методики постановки опыта, удовлетворяющей указанным условиям.

Все это, по существу, составляет *проектирование* эксперимента, т. е. первый этап на пути к его осуществлению. Задача второго этапа заключается в создании материально-технических условий, необходимых для непосредственного осуществления эксперимента (приборы, установки, помещение и т. д.). И только теперь, после «наладки» оборудования, может быть поставлен собственно сам эксперимент.

Эксперимент включает наблюдения, измерения и запись их результатов. Но данным этапом эксперимент не завершается. Завершающей частью эксперимента является теоретический анализ и математическая обработка результатов измерений. Конечную цель эксперимента представляют выводы, которые формулируются в результате этой обработки.

Рассмотренные элементы (этапы) научного эксперимента в той или иной мере присутствуют в учебном эксперименте. Чем выше уровень самостоятельности учащихся, тем полнее в их эксперименте представлены все его этапы (элементы).

Из рассмотренного следует, что обучение учащихся методике эксперимента должно включать формирование умений выполнять следующие действия:

1) самостоятельное формулирование цели опыта;

2) выявление условий, необходимых для постановки опыта;
3) проектирование эксперимента;
4) отбор необходимых приборов и материалов;
5) сборка экспериментальной установки и создание необходимых условий для выполнения опытов;
6) выполнение измерений;
7) проведение наблюдений;
8) фиксирование (кодирование) результатов измерений и наблюдений;
9) математическая обработка результатов измерений;
10) анализ результатов и формулировка выводов.

§ 5.3. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УМЕНИЙ

Обучению методике эксперимента должно предшествовать раскрытие особенностей его содержания и структуры. Разумеется, полнота этого раскрытия на разных этапах обучения будет различной.

Формирование у учащихся обобщенного умения самостоятельно ставить опыты так же, как и умения наблюдать, может быть обеспечено при условии согласованной, целенаправленной деятельности учителей различных предметов. Необходимо формировать у учеников умения выполнять отдельные действия и операции, из которых слагается эксперимент, и раскрывать структуру эксперимента как метода научного познания, роль каждой операции в этой деятельности.

Исходя из анализа структуры научного эксперимента, учащимся может быть предложен план деятельности по выполнению учебного эксперимента в процессе обучения.

План деятельности по выполнению эксперимента

1. Уяснение цели эксперимента.
2. Формулировка и обоснование гипотезы, которую можно положить в основу эксперимента.
3. Выяснение условий, необходимых для достижения поставленной цели эксперимента.
4. Планирование эксперимента, включающего ответ на вопросы:
а) какие наблюдения провести;
б) какие величины измерить;
в) приборы и материалы, необходимые для проведения опытов;
г) ход опытов и последовательность их выполнения;
д) выбор формы записи результатов эксперимента.
5. Отбор необходимых приборов и материалов.
6. Сбор установки, электрической цепи.
7. Проведение опыта, сопровождаемое наблюдениями, измерениями и записью их результатов.

8. Математическая обработка результатов измерений.

9. Анализ результатов эксперимента, формулировка выводов (в словесной, знаковой или графической форме).

Чем подробнее анализируется эта структура деятельности и основательнее отрабатывается каждая из операций на начальном этапе формирования обобщенных экспериментальных умений по выполнению опытов, тем быстрее умение становится обобщенным, многие операции выполняются в свернутом виде и учащиеся быстрее овладевают умением самостоятельно (без подробных инструкций учителя) выполнять опыты. При этом значительно повышается роль эксперимента в усвоении учащимися понятий и законов.

Знания структуры эксперимента и методики формирования обобщенных экспериментальных умений позволят учителям, преподающим естественнонаучные дисциплины, перейти от методики ознакомления учащихся со структурой отдельной лабораторной работы и составления плана для нее к методике, которая предусматривает раскрытие общности структуры всех экспериментальных работ.

Как показывает опыт, наибольшие затруднения вызывает формирование у учащихся умений правильно формулировать цель эксперимента, выдвигать и обосновывать гипотезу, которую можно положить в его основу. Поэтому при проведении первых лабораторных работ исследовательского характера учителю необходимо обратить особое внимание на отработку этих умений. В традиционной методике формирования экспериментальных умений не предполагается формирование у учащихся умения формулировать и обосновывать гипотезу. Однако без показа этого важнейшего структурного элемента невозможно полностью раскрыть методы научного познания, так как естественные науки не могут обойтись без выдвижения гипотез, потому что «формой развития естествознания, поскольку оно мыслит, является *гипотеза*»[1].

В процессе изучения естественнонаучных дисциплин, как правило, не проводится специальная работа по ознакомлению учащихся с содержанием понятия «гипотеза», которое встречается учащимся при изучении физики (например, гипотеза Ампера, гипотеза Максвелла, гипотеза Планка, гипотеза Паули).

Поэтому необходимо раскрыть перед учащимися (в IX классе) следующие вопросы: 1) Что называют гипотезой? 2) Каково значение гипотезы в науке? 3) В каких случаях употребляется термин «гипотеза»? 4) Какие требования предъявляются к формулировке гипотезы?

Известно, что развитие гипотезы, т. е. логический процесс выдвижения, обоснования и доказательства в форме суждений и умозаключений, идет двумя путями:

1) путем *дедуктивного* выведения ее из известных теорий, идей, принципов, законов и правил;

---

[1] Маркс К., Энгельс Ф. Соч.— 2-е изд.— Т. 20.— С. 555.

2) путем *индуктивного* построения гипотезы на основе анализа фактов, явлений, известных из жизненного опыта, полученных в результате наблюдений или эксперимента.

Развитие гипотезы дедуктивным способом, в свою очередь, может идти двумя путями: а) путем переноса действия общих законов и принципов в конкретную ситуацию; б) путем аналогий, широко используемых в процессе изучения явлений и законов природы.

Постановка перед учащимися вопросов проблемного характера, например таких, как зависят пути, проходимые телом за последовательные равные промежутки времени при равномерном движении и равноускоренном, или как изменяется давление данной массы газа с изменением объема при постоянной температуре, побуждает учащихся формулировать и обосновывать гипотезы на основе изученных явлений, теорий и проверять их при помощи эксперимента.

Умение самостоятельно формулировать и обосновывать гипотезу оказывает положительное влияние на выполнение следующих структурных элементов эксперимента: определение условий проведения опыта, его проектирование; анализ результатов опыта и формулировку выводов. Это объясняется логической зависимостью и взаимообусловленностью всех структурных элементов любого эксперимента.

Характер обоснования учащимися выдвигаемых гипотез может быть различным: качественным и количественным, эмпирическим и теоретическим. При этом эмпирическое и теоретическое обоснование может быть осуществлено учащимися как на качественном уровне, так и с использованием математических расчетов. Для развития умения проводить обоснование гипотез широко используют задачи различных типов. Так, например, при проведении первой лабораторной работы в IX классе в процессе установления гипотезы учащиеся решают следующую задачу: «Определить, как относятся пути, проходимые телом за последовательные равные промежутки времени при равноускоренном движении. Начальная скорость тела равна нулю».

После проведения необходимых расчетов и коллективного обсуждения их результатов учащиеся формулируют гипотезу: пути, проходимые телом за последовательные равные промежутки времени при равноускоренном движении, относятся как последовательный ряд нечетных чисел, т. е.

$$l_1 : l_2 : l_3 = 1 : 3 : 5.$$

Поясняют учащимся, что данная гипотеза нуждается в экспериментальном подтверждении, для чего необходимо определить условие проведения эксперимента.

Обращаем внимание читателя на то, что многие учащиеся, выполняющие опыты по традиционной методике, не осознают всей важности установления и соблюдения условий их протекания, что приводит к искаженным результатам. Это является следствием

того, что учителя естественнонаучных дисциплин не обращают должного внимания на формирование умения самостоятельно определять и соблюдать условия проведения эксперимента.

Между тем работу по целенаправленному формированию этого умения учитель физики может начать в VII классе при проведении первых опытов, целью которых является изучение связи между явлениями. В процессе коллективного обсуждения плана проведения этих опытов выясняется, между какими величинами изучение связи имеет важное значение, какие факторы при этом несущественны. Раскрывается невозможность одновременного изучения зависимости данной величины от нескольких, например давления жидкости на дно сосуда от высоты столба жидкости и ее плотности. Делается вывод о необходимости расчленения исследования на несколько этапов.

При формировании рассматриваемого умения в IX классе нужно направить деятельность учащихся на самостоятельное определение условий опыта, показать, что часто эти условия уже «заложены» в цели эксперимента и в теоретическом обосновании гипотезы. Так, например, при коллективном обсуждении структуры лабораторной работы по определению ускорения тела и соотношения путей учащиеся устанавливают, что эксперимент должен протекать при следующих условиях: 1) начальная скорость тела должна быть равна нулю; 2) его ускорение должно быть постоянным по величине (что обеспечивается, например, одинаковым наклоном желоба, по которому скатывается шарик); 3) последовательные промежутки времени должны быть равны между собой.

Успешное выполнение следующего структурного элемента любого эксперимента — *проектирования* — обусловлено тем, насколько глубоко учащиеся осознали цель эксперимента, его гипотезу и условия протекания. Они определяют действия, из которых складывается проектирование: а) какие наблюдения необходимо провести в ходе опытов; б) какие величины нужно измерить; в) какие приборы и материалы будут нужны для проведения измерений и сборки установки или электрической цепи; г) какова последовательность выполнения опытов; д) какова наиболее рациональная форма записи информации, получаемой в процессе выполнения эксперимента. И только после выполнения перечисленных структурных элементов производят отбор необходимых приборов и материалов, сборку установки или электрической цепи; проводят в запланированной последовательности необходимые наблюдения и измерения, их запись, математическую обработку результатов эксперимента и анализ. В конце работы делается вывод о том, достигли или нет поставленной цели, подтвердилась ли при этом гипотеза.

Выявленный состав структурных элементов эксперимента записывается учащимися в рабочей тетради, а аналогичный план вывешивается в кабинете физики[1].

---

[1] Желательно иметь такие планы и в кабинете химии.

5 Заказ № 1864

При выполнении работ исследовательского характера, предусмотренных программой, учащиеся отрабатывают весь состав структурных элементов, убеждаясь в необходимости их выполнения в выявленной последовательности. При этом им предоставляется все большая самостоятельность, которую они могут проявить при выполнении следующих фронтальных лабораторных работ: «Измерение жесткости пружины», «Измерение коэффициента трения скольжения».

Рассмотрим более подробно лабораторную работу «Изучение движения тела, брошенного горизонтально», которая проводится при изучении движения тела под действием силы тяжести. Учащиеся устанавливают, что массивное тело (стальной или свинцовый шарик), брошенное горизонтально, движется с ускорением свободного падения, так как на тело действует только сила тяжести (силами сопротивления воздуха можно пренебречь). При этом тело одновременно падает вниз и удаляется от места бросания. Его движение можно описать уравнениями

$$\vec{s}=\vec{v}_0 t+\frac{\vec{g}t^2}{2}, \quad (1)$$

$$\vec{v}=\vec{v}_0+\vec{g}t. \quad (2)$$

Формулируется цель: исследовать, как изменяются со временем координаты тела x и y, а также проекции скорости v_x и v_y.

Далее учащиеся выдвигают и обосновывают следующую гипотезу: координата тела x увеличивается со временем прямо пропорционально, а проекция скорости v_x со временем не изменяется, так как в горизонтальном направлении на тело никакие силы не действуют; координата y и проекция скорости v_y изменяются со временем как при равноускоренном движении, так как в вертикальном направлении действует сила тяжести. Обоснование гипотезы дано на основании первого и второго законов Ньютона. Она имеет и математическое подтверждение. При проецировании векторных величин, входящих в формулы (1) и (2), на координатные оси OX и OY (ось OY направлена вниз) учащиеся получают формулы, подтверждающие вышесказанное:

$$v_x=v_0=\text{const}, \quad (3) \qquad v_y=gt, \quad (5)$$

$$x=v_0 t, \quad (4) \qquad y=\frac{gt^2}{2}. \quad (6)$$

Далее выясняют условия проведения эксперимента, вытекающие из цели и гипотезы, а затем осуществляют проектирование эксперимента.

В процессе эксперимента устанавливается, что вдоль оси OX проекция тела (шарика) за равные промежутки времени «проходит» одинаковые отрезки, т. е. $ox_1=x_1x_2=x_2x_3$ и т. д., а вдоль оси OY она проходит отрезки oy_1, y_1y_2, y_2y_3 и т. д., которые относятся как последовательный ряд нечетных чисел, т. е.

$$oy_1:y_1y_2:y_2y_3:\ \ldots\ =1:3:5:\ \ldots\ .$$

Отсюда следует вывод о том, что экспериментально подтвердилась гипотеза о закономерностях движения тела, брошенного горизонтально.

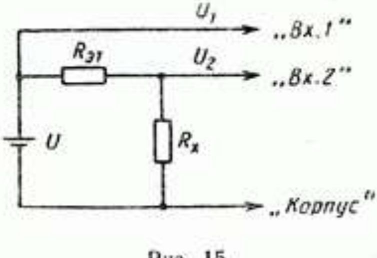


Рис. 15.

Необходимо отметить, что в процессе выполнения экспериментальных работ, а также при решении задач надо шире использовать микрокалькуляторы, которые значительно сокращают время на математическую обработку результатов. Наиболее перспективными при выполнении эксперимента являются микрокалькуляторы типа «Электроника МК-64», имеющие входы для регистрации измеряемых величин (силы тока, напряжения и т. д.). В качестве примера рассмотрим применение «Электроники МК-64» в эксперименте по определению сопротивления резисторов. На рисунке 15 приведена простейшая схема входного устройства для измерения сопротивления цепей с помощью микрокалькулятора.

Задачей эксперимента может быть предложено определить значения сопротивления нескольких резисторов в пределах от 1 до 100 Ом. Значение $R_{эт}$ должно быть взято в этих же пределах.

Для подсчета величины R_x в программную память микрокалькулятора необходимо ввести программу вычислений по формуле

$$R_x = \frac{U_2 R_{эт}}{U_1 - U_2}.$$

Если $R_{эт}$ занести в четвертый регистр памяти, то программа будет иметь вид:

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
01	F2	22	14	↔	16
02	↑В	06	15	+	36
03	3	34	20	↑В	06
04	—	86	21	ВП	66
05	↑В	06	22	1	14
10	F4	42	23	0	04
11	+	36	24	↔	16
12	↑В	06	25	С/П	78
13	F3	32			

После введения программы заносится код эксперимента 21000000. На цифровом индикаторе микрокалькулятора будет высвечиваться число — значение R_x в единицах $R_{эт}$.

Предлагаемую схему и методику работы с внешним устройством можно использовать и для изучения зависимостей проводимости металлов и полупроводников от температуры. Учащимся

могут быть розданы различные типы резисторов и термисторов. Они должны изучить эту зависимость и построить соответствующие графики.

§ 5.4. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УМЕНИЙ

Для обеспечения преемственности в формировании у учащихся умения самостоятельно выполнять опыты необходимо каждому учителю четко представлять основные этапы, через которые проходит процесс формирования этого умения, а также вклад различных предметов в становление и развитие данного умения на каждом из этапов развития. Эти этапы и роль различных предметов в формировании экспериментальных умений в книге определены на основе анализа ныне действующих школьных программ. Выделяется пять основных этапов, содержание и задачи которых представлены ниже.

На **первом этапе** (I—V классы — уроки математики и природоведения; VI — биологии) завершается первоначальное ознакомление учащихся с отдельными элементами экспериментальной деятельности и отработка умений проводить простейшие измерения и наблюдения.

В VII—VIII классах раскрывается структура деятельности по выполнению эксперимента на примерах элементарных опытов и лабораторных работ, проводимых на основе коллективного обсуждения плана их выполнения. При этом выявляются общие структурные элементы деятельности для всех опытов и дается план этой деятельности в сокращенном виде:

1. Сформулировать (уяснить) цель опыта.
2. Выявить, что надо наблюдать и измерять.
3. Продумать ход работы (план ее выполнения).
4. Выполнить опыт в соответствии с намеченным планом (включая наблюдения и измерения).
5. Произвести вычисления и анализ полученных результатов.
6. Сформулировать выводы из опыта.

На данном этапе важно дать первоначальное понятие об эксперименте как методе научного познания. Необходимо ознакомить учащихся с различными способами записей измерений (столбцом, в строку, в таблицу), с прямым и косвенным методами измерений величин. В VIII классе в процессе выполнения опытов необходимо обратить большое внимание на отработку измерительных умений и на обработку результатов до навыка, а также на выбор оборудования и условий проведения опыта.

Перечень частных умений, которыми должны овладеть учащиеся на **втором этапе**, приведен ниже.

В VII классе учащиеся должны уметь пользоваться мензуркой, весами, динамометром, барометром, формулировать цель опыта, проводить и фиксировать результаты наблюдений, изме-

рений, вычислений, делать выводы; в VIII классе пользоваться калориметром, амперметром, реостатом, вольтметром, линзой, формулировать цель опыта, определять условия его протекания, собирать электрические цепи и простейшие установки, проводить наблюдения, измерения и вычисления, фиксировать их результаты, формулировать выводы.

На данном этапе учащиеся осознают необходимость овладения экспериментом как видом деятельности для успешного изучения предметов естественного цикла и развития творческих способностей, знакомятся с общей структурой учебного эксперимента, составляют простейший план алгоритмического характера и используют его при подготовке и выполнении опытов и лабораторных работ.

На **третьем этапе** формирования экспериментальных умений (IX класс) происходит ознакомление учащихся со структурой научного эксперимента и выработка обобщенного плана деятельности при выполнении учебного эксперимента. Здесь необходимо обратить внимание на определение погрешностей измерений [12].

На данном этапе учащиеся должны уметь пользоваться штангенциркулем, микрометром, счетчиком оборотов, секундомером; формулировать цель эксперимента, выдвигать и обосновывать гипотезу, которую можно положить в его основу; определять условия протекания опытов; делать необходимые наблюдения, измерения, запись результатов эксперимента; проводить отбор приборов, материалов и сборку установок; проводить опыты в запланированной последовательности, математическую обработку результатов эксперимента с определением абсолютной и относительной ошибок, формулировать выводы.

Таким образом, на третьем этапе у учащихся формируются все операции, входящие в состав деятельности по проведению эксперимента, за исключением формулировки цели и гипотезы. Деятельность учащихся при этом в значительной степени носит исследовательский характер.

На **четвертом этапе** формирования обобщенных экспериментальных умений (в X классе) проводится дальнейшая детализация плана деятельности учащихся при проведении эксперимента, в котором выделяются крупные блоки и структура каждого из них. В результате возникает развернутый план:

1. Осознание и теоретическое обоснование избираемого варианта эксперимента:

а) уяснить цель эксперимента;

б) сформулировать и обосновать гипотезу, которую можно положить в основу эксперимента (указать, на основе какой теории или закона).

2. Проектирование эксперимента:

а) определить условия, необходимые для проведения опыта (проверки гипотезы);

б) наметить наблюдения, которые необходимо провести;

в) определить измеряемые величины;

г) наметить приборы и материалы для эксперимента;

д) выбрать последовательность выполнения опытов;

е) выбрать форму записи результатов эксперимента.

3. Подготовка материальной базы, создание условий для проведения эксперимента:

а) отобрать необходимые приборы и материалы;

б) собрать установку, электрическую цепь;

в) создать необходимые условия для проведения эксперимента.

4. Осуществление собственно эксперимента:

а) осуществить наблюдения и измерения в запланированной последовательности;

б) записать результаты эксперимента.

5. Осуществление математической обработки результатов измерения:

а) вычислить искомые величины;

б) вычислить погрешности и записать результаты вычислений с указанием погрешностей измерений.

6. Осмысление результатов эксперимента:

а) проанализировать результаты эксперимента;

б) сформулировать выводы в словесной, знаковой и графической форме.

На четвертом этапе учащиеся должны уметь пользоваться штангенциркулем, секундомером, техническими весами, барометром, термометром, металлическим барометром, психрометром, амперметром, вольтметром, омметром; обращаться с выпрямителем электрического тока, реохордом; выполнять весь эксперимент самостоятельно.

На **заключительном (пятом) этапе** формирования обобщенных экспериментальных умений происходит совершенствование плана экспериментальной деятельности. **Выполнение опытов проводится по сокращенному плану:**

I. Осознание цели и теоретическое обоснование избираемого варианта эксперимента.

II. Проектирование эксперимента.

III. Подготовка материальной базы и условий для проведения эксперимента.

IV. Осуществление эксперимента.

V. Математическая обработка результатов эксперимента.

VI. Осмысливание результатов эксперимента. Формулировка выводов.

В XI классе учащиеся должны уметь использовать в лабораторных условиях часовой механизм, ламповый генератор, генератор переменного тока, трансформатор, простейший радиоприемник, микроскоп, фотоэлемент, счетчик Гейгера; работать с микроскопом, амперметром, вольтметром, авометром в цепях переменного тока; выполнять весь эксперимент самостоятельно.

§ 5.5. ОПЫТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ В ДОМАШНИХ ЗАДАНИЯХ ПО ФИЗИКЕ

Выполнение учащимися опытов и наблюдений в домашних условиях является важным дополнением ко всем видам экспериментальных и практических работ, проводимых ими в школьных кабинетах, мастерских, на опытных участках и в производственных условиях.

Особое значение домашние опыты и наблюдения имеют для развития познавательного интереса и творческих способностей школьников, для формирования у них экспериментальных умений и навыков.

В советской школе первыми стали внедрять домашние опыты и наблюдения известные физики-методисты П. А. Знаменский и С. Ф. Покровский. В 1945 г. С. Ф. Покровский разработал домашние задания по проведению опытов и наблюдений, которые были опубликованы в книге «Наблюдение и эксперимент в домашних заданиях по физике». Выполнение домашних опытов и наблюдений играет особенно важную роль в подростковом возрасте, так как в этот период перестраивается характер учебной деятельности школьника. Подростка уже не всегда удовлетворяет то, что ответ на его вопрос есть в учебнике. У него появляется потребность получить этот ответ из жизненного опыта, наблюдений за окружающей действительностью, из результатов собственных экспериментов.

Вместе с тем школьный курс физики богат описанием опытов, которые приводятся либо как подтверждение научных предположений, либо, наоборот, требуют теоретического обоснования. В учебниках физики можно часто встретить непосредственное обращение к жизненному опыту учащихся, к его наблюдениям.

Таким образом, с одной стороны, возраст подростка требует новых путей получения знаний, а с другой — курс физики располагает большими возможностями удовлетворить и развить этот интерес. Известно, что сознательно-положительное отношение учащихся к учению возникает тогда, когда учение удовлетворяет их познавательные потребности, благодаря чему знания приобретают для них определенный смысл как необходимое и важное условие подготовки к будущей самостоятельной жизни.

Опыт творчески работающих учителей физики, специальные исследования показывают, что домашние опыты и наблюдения, проводимые учащимися:

1) дают возможность расширить область связи теории с практикой;

2) развивают интерес к физике и технике;

3) рождают творческую мысль и развивают способность к изобретательству;

4) приучают учащихся к самостоятельной исследовательской работе;

5) вырабатывают у них наблюдательность, внимание, настойчивость и аккуратность;

6) дополняют демонстрационный эксперимент учителя и классные лабораторные работы тем материалом, который не может быть получен в классе;

7) приучают учащихся к сознательному труду.

Роль домашнего эксперимента и наблюдений особенно велика при формировании понятий, где необходима опора на конкретный материал, на чувственное восприятие предметов и явлений.

Домашние опыты и наблюдения, лабораторные работы, экспериментальные задачи учащиеся выполняют охотнее и с бóльшим интересом, чем другие виды домашних заданий. Их знания становятся более осмысленными, глубокими, повышается интерес к физике и технике. Умения наблюдать, экспериментировать, исследовать и конструировать становятся составной частью в подготовке учащихся к дальнейшему творческому труду в различных областях производства.

Дидактические цели применения домашних опытов и наблюдений заключаются в повышении качества обучения учащихся, их подготовки к общественно полезному труду, в развитии творческих способностей.

Таким образом, домашний физический эксперимент способствует реализации основных функций: обучающей, развивающей, воспитательной, повторительно-закрепляющей и контролирующей.

Обучающая функция домашних опытов и наблюдений проявляется в том, что они служат средством приобретения новых знаний; содействуют более глубокому пониманию учащимися физических явлений, процессов, теорий; способствуют приобретению умений и навыков в обращении с приборами, измерительными инструментами, таблицами; позволяют привить умение и навыки в составлении плана проведения наблюдений и опытов; развивают навыки измерения физических величин и анализа их взаимосвязи; служат средством практического ознакомления учащихся с наблюдением и экспериментом как методами научного познания.

Развивающая функция заключается в том, что домашний эксперимент вызывает у учащихся интерес к физике и технике, развивает способности к изобретательству и техническому творчеству.

Воспитательная функция домашнего эксперимента позволяет выработать и развить внимательность, наблюдательность, аккуратность, настойчивость в работе; приучает школьников к сознательному целенаправленному труду и воспитывает самостоятельность как черту личности.

Повторительно-закрепляющая функция домашних опытов и наблюдений состоит в том, что они являются средством повторения и закрепления ранее полученных знаний, умений и навыков.

Контролирующая функция состоит в том, что позволяет учителю судить о качестве усвоения знаний учащихся и уровне сфор-

мированности умений применять их на практике, а также о развитии познавательных интересов и их творческих способностей.

Приступать к систематическому проведению домашних экспериментальных заданий необходимо с VI класса, включая в них интересные и простые опыты и наблюдения. С переходом учащихся в старшие классы необходимо включать все более сложные задания с более глубоким уровнем проблемности.

На начальном этапе учителю физики необходимо познакомить учеников со структурой и правилами выполнения домашних экспериментальных заданий. С этой целью необходимо объяснить порядок выполнения заданий, правила записи результатов измерений и наблюдений; обратить внимание на цель эксперимента или наблюдения, на ее формулировку, выводы, полученные из опытов, их контроль.

На первых уроках физики, когда учащиеся еще не получили необходимых умений, целесообразно дать подробный устный инструктаж. При этом важную роль играет показ учителем приемов выполнения отдельных действий и операций.

По мере развития у учащихся экспериментальных умений устное инструктирование сокращается и в дальнейшем прекращается. При этом учитель ограничивается четкой формулировкой задания.

Получив навыки самостоятельного экспериментирования, учащиеся могут более активно участвовать в планировании проведения опытов. В этом случае достаточно поставить перед учащимися учебную задачу, а пути ее решения они находят самостоятельно.

Чаще всего домашние экспериментальные задания проводятся для закрепления и повторения изученного на уроке материала. Эту функцию выполняют экспериментальные задачи, для решения которых все данные учащиеся получают из опытов и измерений. В таких заданиях учащимся предлагается не воспроизведение изученного материала, а применение полученных знаний и умений в новых ситуациях. Например, после изучения понятия «механическая работа» учащимся предлагается вычислить механическую работу, полученную при подъеме какого-либо тела на некоторую высоту (например, на 1 м), а затем работу, полученную при движении тела по горизонтальной поверхности на расстояние, равное высоте подъема (при равномерном движении).

Выполнение такого задания конкретизирует понятия «механическая работа», «единица работы», а также способ расчета работы при подъеме и при перемещении по горизонтальной поверхности.

Обсуждение результатов этого задания на уроке позволяет избежать того, что учащиеся, вычисляя работу при перемещении по горизонтальной поверхности, за силу тяги принимают силу тяжести, а не силу, равную силе трения скольжения.

Функцию повторения и обобщения пройденного материала выполняют задания по наблюдению равновесия сил и равенства ра-

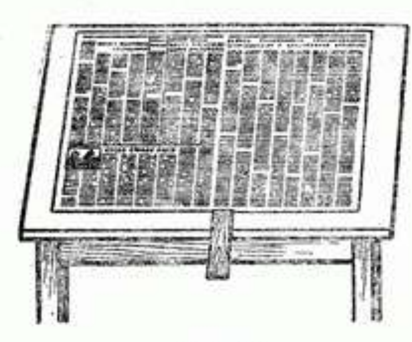




Рис. 16.

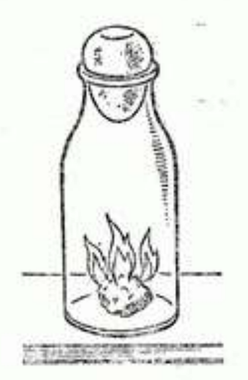


Рис. 17.

бот на подвижном блоке и рычаге (подвижный блок можно изготовить из катушки от ниток).

Ниже приводятся примеры экспериментальных домашних опытов, которые можно предложить учащимся VII класса при изучении атмосферного давления.

Задание 1. «Тяжелая газета».

Положите на середину стола тонкую деревянную рейку длиной 60—70 см так, чтобы ее конец выступал за край стола на 10 см. На рейку положите полностью развернутую газету (рис. 16).

Если газета плотно прилегает к столу, то при резком ударе по концу рейки последняя ломается, причем противоположный ее конец с газетой не поднимается. Объясните опыт.

Задание 2. «Яйцо в графине».

Сварите яйцо вкрутую. Очистите его от скорлупы. Возьмите небольшой лист бумаги (примерно $^1/_2$ листа тетради), сверните его, подожгите и опустите в бутылку. Через 2—3 с горлышко бутылки накройте яйцом (рис. 17) и пронаблюдайте, как яйцо постепенно будет втягиваться в нее. Объясните, почему это происходит.

Примечание. Если опыт не получился, то перед повторением надо выдуть из графина углекислый газ.

Задание 3. «Присасывающиеся стаканы».

Вырежьте резиновое кольцо, учитывая внутренний и внешний диаметры граненого стакана, и положите его на стакан. В последний опустите кусочек горящей бумаги и через 1—2 с прикройте его вторым стаканом (рис. 18). Затем, спустя несколько секунд, поднимите верхний стакан, за ним поднимается и нижний. Объясните наблюдаемое явление. Зачем в этом опыте нужно резиновое кольцо?

Проведение следующих опытов можно предложить учащимся до изучения атмосферного давления. Знаний для объяснения




Рис. 18.

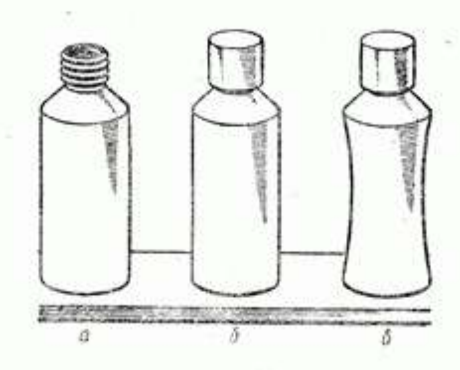


Рис. 19.

наблюдаемого явления у них еще недостаточно. Хотя понятие об атмосферном давлении и давалось в VI классе на уроке географии, но пока учащиеся не могут использовать его для объяснения наблюдаемых явлений. Лишь после демонстрации нескольких опытов учителем физики по атмосферному давлению (поднятие воды за поршнем в стеклянном цилиндре, раздувание волейбольной камеры, помещенной под колокол вакуумного насоса при откачивании воздуха) ученикам можно предложить дать объяснение причины тех явлений, которые они наблюдали в домашних опытах с «вползающим» яйцом и с присасывающимися стаканами.

Так учитель создает проблемную ситуацию, которая обусловлена недостаточностью знаний, имеющихся у них в данный момент для объяснения наблюдаемых явлений. Такая ситуация вызывает у учащихся потребность в приобретении новых знаний, стимулирует их на изучение нового материала.

Задание 4.

Возьмите капроновый (или из другой пластмассы) сосуд (рис. 19, *а*), ополосните его горячей водой и закройте плотно крышкой (рис. 19, *б*). Через некоторое время наблюдается деформация флакона (рис. 19, *в*).

Объясните наблюдаемое явление.

Задание 5.

Проделайте шилом в дне пластмассового флакона отверстия, быстро заполните его водой и плотно закройте крышкой.

Почему вода перестала выливаться?

Задание 6.

Возьмите блюдце и опустите его ребром в кастрюлю с водой. Блюдце тонет.

Теперь опустите блюдце на воду дном, оно плавает. Почему?

Определите выталкивающую силу, действующую на плавающее блюдце.

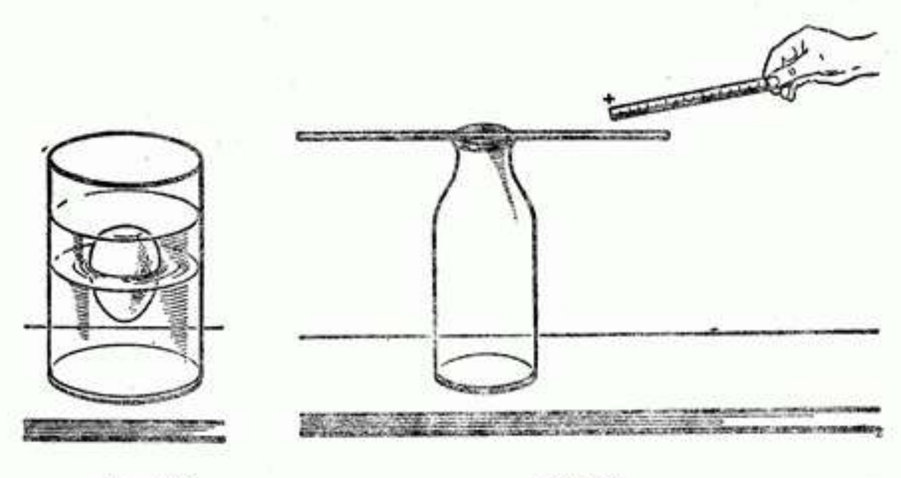


Рис. 20.

Рис. 21.

Задание 7. «Удивительное яйцо».

Опустите яйцо (картофель) в сосуд, наполовину заполненный насыщенным раствором соли. Оно плавает на поверхности.

Подливайте осторожно воду через воронку по стенке сосуда, пока он не заполнится (рис. 20).

Яйцо останется на прежнем уровне. Почему?

При изучении электрических явлений в VIII классе учащимся можно предложить проделать дома следующие опыты:

Задание 8.

Возьмите молочную бутылку, уравновесьте на ней деревянную рейку длиной 50—70 см, затем поднесите к ней наэлектризованную пластмассовую линейку (рис. 21). Рейка будет притягиваться к линейке и поворачиваться за ней. Почему?

Задание 9.

Откройте кран водопровода и к тонкой струе воды поднесите наэлектризованную пластмассовую линейку (рис. 22).

Объясните наблюдаемое явление.

Задание 10.

Растворите в холодной кипяченой воде хозяйственное мыло; в раствор добавьте глицерин.

Выдуйте с помощью соломинки или тонкой трубки мыльный пузырь и поднесите к нему наэлектризованную пластмассовую линейку.

Объясните наблюдаемое явление.

В IX классе, изучая свободное падение тел, учащимся предлагают несколько экспериментальных заданий.

Задание 11.

Возьмите два совершенно одинаковых листочка бумаги (например, из тетради) и сделайте из одной плотный комок. Затем, встав на стул, поднимите лист и комок бумаги на одинаковую высоту и одновременно выпустите из рук.

Опыт проделайте несколько раз, наблюдая траекторию движения и время падения.

Объясните результаты опыта.

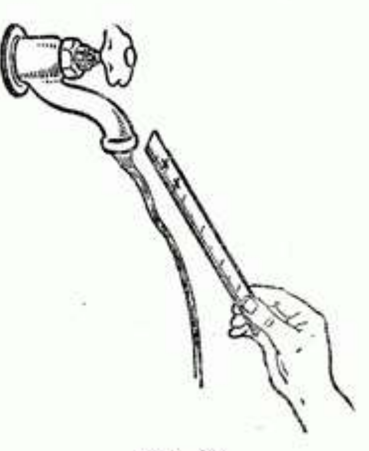


Рис. 22.

Задание 12.

Вырежьте из бумаги кружок чуть меньше пятикопеечной монеты. Поднимите кружок и монету на одинаковую высоту и опустите плашмя.

Объясните явление.

Задание 13.

Положите бумажный кружок на монету и отпустите. Объясните явление.

Сделайте общий вывод из опытов 11—13.

В X классе учащимся можно предложить выполнить дома следующие задания:

Задание 14.

На поверхность воды положите две спички и куском мыла коснитесь этой поверхности между ними. Повторите опыт, коснувшись воды кусочком сахара.

Результаты опытов объясните.

Задание 15.

Намажьте маслом горлышко бутылки и попробуйте отмерить из нее воду каплями.

Результаты опыта объясните.

Задание 16.

На поверхность воды осторожно положите плашмя лезвие безопасной бритвы.

Почему лезвие плавает?

Задание 17.

Определите коэффициент жесткости резиновой нити и рассчитайте период колебаний подвешенного на ней груза массой 50 г.

Ответ проверьте на опыте.

Задание 18.

Подвесьте два маятника одинаковой длины и, отклонив их в разные стороны на одинаковое расстояние, приведите в движение. Какова разность фаз колебаний маятников? Изменяется ли она со временем?

Задание 19.

Проделайте опыт, аналогичный предыдущему, взяв маятники разной длины. Через сколько времени наступит момент, когда маятники будут двигаться в одном направлении? Сравните результаты расчетов и опыта.

При проведении домашних опытов и наблюдений учитель не должен забывать о контроле за выполнением этих заданий. Обсуждение результатов такой работы является одним из важных моментов в проведении домашних опытов. Требование пересказать содержание опыта и сообщить его результаты (а еще лучше показать его) способствует развитию логического мышления учащихся, приучает их к анализу фактов. Учителю нужно довести умозаключение учащихся до необходимого научного уровня. Поэтому он вместе с учащимися корректирует полученные результаты, направляет их на формулировку правильных выводов.

Особенностью домашних опытов и наблюдений является то, что для их проведения не нужно специального оборудования и приборов. Как правило, необходимые предметы и материалы имеются в доме у каждого школьника. Некоторые приборы учащиеся могут изготовить в школьной мастерской под руководством учителя.

При организации домашних опытов и наблюдений необходимо придерживаться следующих дидактических требований:

1. Опыты должны быть доступны по содержанию и методам выполнения.

2. Задания должны строиться на принципе субъективной новизны и требовать от учеников оригинального подхода к постановке опыта и решению проблемы; они должны быть последовательно связаны друг с другом так, чтобы предыдущие работы служили подготовкой к последующим, более трудным и сложным; должны иметь практическую значимость и интерес для учащихся.

3. Домашний эксперимент не должен повторять или копировать школьный эксперимент.

Глава VI

ФОРМИРОВАНИЕ У УЧАЩИХСЯ УМЕНИЙ РЕШАТЬ ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

§ 6.1. ПОНЯТИЕ ЗАДАЧИ В ПСИХОЛОГИИ И ДИДАКТИКЕ. ЗНАЧЕНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Одним из условий обеспечения глубоких и прочных знаний у учащихся является организация их деятельности по решению задач.

Прежде чем обсуждать вопрос о формировании у учащихся умения их решать, рассмотрим содержание понятия «физическая задача» в пособиях по методике преподавания физики.

В методической литературе продолжительное время пользовались терминами «задача», «физическая задача» без их определения. Одно из первых определений физической задачи дали С. Е. Каменецкий и В. П. Орехов в пособии для учителей «Методика решения задач по физике в средней школе» (М.: Просвещение, 1986). «Физической задачей,— пишут они,— в учебной практике обычно называют небольшую проблему, которая в общем случае решается с помощью логических умозаключений, математических действий и эксперимента на основе законов и методов физики... В методической же и учебной литературе под задачами обычно понимают целесообразно подобранные упражнения, главное назначение которых заключается в изучении физических явлений, формировании понятий, развитии физического мышления учащихся и привитии им умений применять свои знания на практике».

Анализируя многие определения этого понятия, можно сделать вывод, что *физическая задача* — это ситуация (совокупность определенных факторов), требующая от учащихся мыслительных и практических действий на основе законов и методов физики, направленных на овладение знаниями по физике и на развитие мышления.

В советской школе процесс решения задач служит одним из средств овладения системой научных знаний по тому или иному учебному предмету. Особо велико его значение в овладении системой понятий. Особую роль процессу решения задач отводят в усвоении понятий о физических явлениях и величинах.

Неоценима роль этого процесса в овладении умениями и навыками познавательного и практического характера.

Развитие творческого мышления и самостоятельности, подготовка школьников к участию в рационализаторстве и к творческим поискам путей повышения производительности труда также

Активное целенаправленное мышление „всегда есть решение задач" в широком понимании этого слова (Психол. под ред. Смирнова)

возможны только при условии систематического решения задач.

Важное значение имеют задачи как средство диагностики общего умственного развития и специальных способностей учащихся.

Их решение имеет большое воспитательное значение, так как с помощью задач можно познакомить учащихся с достижениями советской науки и техники; воспитать трудолюбие, настойчивость, волю, характер, целеустремленность.

Процесс решения задач также является средством контроля за знаниями, умениями и навыками учащихся.

Велика роль задач в коммунистическом воспитании учащихся. Также имеются большие возможности для идейно-политического, экономического и политехнического воспитания.

Решение задач является условием предупреждения формализма в знаниях учащихся и условием выработки у них умения применять знание на практике.

Научить учащихся решать физические задачи — одна из сложнейших педагогических проблем.

§ 6.2. СОСТОЯНИЕ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ УМЕНИЙ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ ШКОЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Проведенные исследования показали, что успех обучения решению задач в значительной мере зависит от применяемой учителем методики обучения: учащиеся пользуются обобщенным методом решения или каждая частная задача решается своим методом.

Обучение учащихся умению решать задачи предполагает знание учителем различных способов обучения этому умению, из которых он может выбрать наиболее рациональный. Теория и практика обучения учащихся умению решать задачи позволяют в настоящее время выделить три основных способа.

Первый способ традиционный. Он состоит из следующих элементов:

1. Объяснение учителем подхода к решению задач данного вида; иллюстрация решения одной или двух конкретных задач.

2. Коллективное решение задач, при котором выделенный подход обсуждается со всем классом. Один учащийся решает задачу у доски, а все остальные списывают решение; при этом лишь немногие пытаются решить предлагаемые задачи самостоятельно.

3. Самостоятельное решение задач в связи с выполнением домашних заданий.

4. Самостоятельное решение задач в связи с выполнением контрольных работ.

Второй способ включает два новых элемента: полусамостоятельное и самостоятельное решение задач. Процесс обучения при этом ведется по следующей схеме:

1. Раскрытие учителем общего подхода к решению задач данного вида на примере решения одной-двух частных задач.

2. Коллективное решение небольшого количества задач с использованием общего подхода.

3. Полусамостоятельное решение задач с учетом коллективного анализа их условий и решения, а также самостоятельной работы по реализации намеченного плана.

4. Самостоятельное решение задач, включающее самостоятельный анализ условия, его краткую запись, разработку плана решения, его реализацию, анализ ответа, проверку правильности решения.

5. Самостоятельная работа по решению задач в связи с выполнением домашних заданий.

6. Самостоятельная работа по решению задач в связи с выполнением контрольных работ.

Третий способ алгоритмический.

Под алгоритмом понимают точное предписание для совершения некоторой последовательности элементарных действий над исходными данными любой задачи. Процесс обучения решению задач в данном случае идет в определенной последовательности.

1. Коллективное решение задач, относящихся к данному классу (множеству) задач.

2. Выдвижение проблемы отыскания *общего метода решения* задач данного класса.

3. Отыскание учащимися (под руководством учителя) общего метода решения задач данного класса, «создание» алгоритма решения задач.

4. Усвоение структуры алгоритма и отдельных операций, из которых слагается решение, в процессе коллективного решения задач.

5. Самостоятельное решение задач, включающее самостоятельный анализ условия, выбор способа краткой записи его, применение найденного алгоритма решения к конкретной ситуации, анализ и проверка полученного решения.

6. Самостоятельная работа по решению задач в связи с выполнением домашних заданий.

7. Самостоятельная работа по решению задач в связи с выполнением контрольных работ.

Таким образом, третий способ включает деятельность учащихся (под руководством учителя) по анализу решения частных задач и выделению общего метода решения, а затем превращение его в алгоритмическое предписание, самостоятельную работу учащихся по овладению конкретным алгоритмом решения данного класса задач.

В методической литературе описаны первые два способа. Третий способ может быть осуществлен при условии, если учитель будет располагать алгоритмами решения физических задач.

Следует различать *общий* алгоритм решения задач и алгоритмы решения по конкретным темам (разделам) курса физики и

частные, с помощью которых могут быть усвоены отдельные действия (например, алгоритм преобразования единиц физических величин).

Умение решать задачи следует отнести к сложному познавательному умению, усвоение которого, с одной стороны, предполагает усвоение большого количества операций и частных умений, с другой стороны, выступает как критерий усвоения различных элементов знаний. Поэтому так часто задача выступает как один из элементов проверочных и контрольных работ. Степень овладения умением решать задачи определяет качество знаний учащихся, возможность осуществления самостоятельной познавательной деятельности. Все это определяет особое значение умения решать задачи среди других познавательных умений.

В последние годы проведен ряд исследований по выявлению усвоения умения решать задачи по физике. В выполненных исследованиях изучена степень усвоения учащимися отдельных операций, входящих в умение решать задачи, установлено, что 30—50% учащихся различных классов указывают на отсутствие у них такого умения.

Неумение решать задачи является одной из основных причин снижения успеха в изучении физики. Проведенные исследования показали, что неумение самостоятельно решать задачи является основной причиной нерегулярного выполнения домашних заданий. Только небольшая часть учащихся овладение умением решать задачи рассматривает как одно из важнейших условий повышения качества знаний по физике.

Такое состояние в практике обучения можно объяснить отсутствием четких требований к формированию данного умения и четкой программы.

В связи с решением проблемы формирования обобщенных умений возникает необходимость в формировании обобщенных знаний о сущности, структуре учебной задачи и методах ее решения.

В определении системы задач, в реализации их воспитывающей и развивающей функций решающую роль играют сборники задач.

В настоящее время в распоряжении учителей имеется более 30 сборников задач и пособий, издаваемых различными издательствами («Просвещение», «Высшая школа», «Наука» и др.).

§ 6.3. ВИДЫ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Задачи можно классифицировать по различным признакам: по способу выражения условия задачи, способу решения, степени трудности, характеру содержания и т. д.

А. По способам выражения условия различают задачи текстовые, графические, задачи-рисунки, экспериментальные задачи.

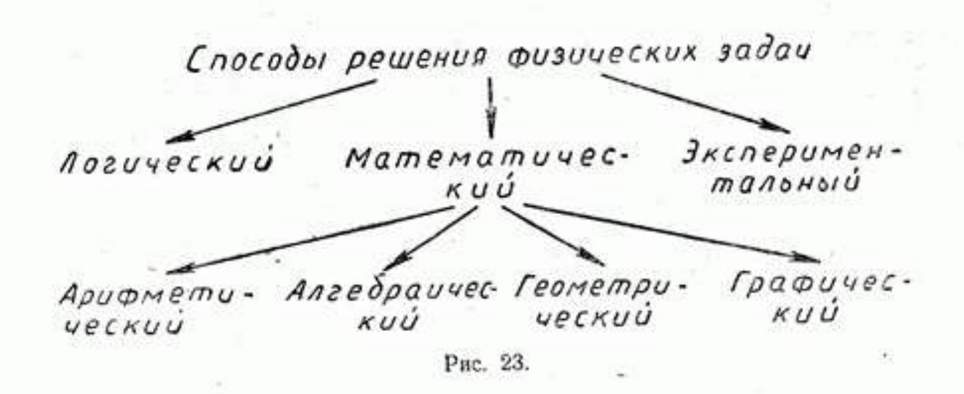


Рис. 23.

Б. **По степени сложности** различают простые и сложные задачи. Простыми будем называть такие задачи, решение которых осуществляется в одно-два действия, или умозаключения.

В. **По характеру и методу исследования** вопросов выделяют качественные и количественные задачи. Решение качественных задач предполагает построение умозаключений на основе применения физических теорий и законов, без применения математического аппарата. К количественным задачам относятся задачи, ответы на вопросы которых не могут быть найдены без выполнения математических преобразований и вычислений.

Г. **По содержанию** различают абстрактные и конкретные задачи с производственным и историческим содержанием, а также занимательные.

Д. **По основному способу решения**, без применения которого нельзя получить ответ на вопрос задачи, различают вычислительные, экспериментальные и логические задачи.

Под способом решения физической задачи понимают применение конкретного аппарата для реализации процесса решения. Таким аппаратом, который позволяет осуществить решение физической задачи, является построение логических умозаключений, использование различных математических преобразований или проведение физического эксперимента. При решении физических задач применяются логический, математический и экспериментальный способы. По виду используемого раздела математики различают арифметический, алгебраический, геометрический и графический способы (рис. 23).

Логический способ позволяет объяснить заданную ситуацию, осуществить решение задачи на качественном уровне. Применение определенного вида математического способа позволяет произвести анализ существующих зависимостей между физическими величинами на количественном уровне. Опытное определение зависимости между физическими величинами и явлениями возможно с помощью экспериментального способа.

Е. **По роли в формировании физических понятий** различают следующие виды задач:

1) задачи, в процессе решения которых осуществляется уточнение признаков понятий. К ним относятся задачи простые и абстрактные;

2) задачи, в процессе решения которых осуществляется уточнение объема и конкретизация понятий. К ним относятся задачи вида «Где наблюдается?», «Где применяется?», «Привести примеры»;

3) задачи, основной целью которых является дифференцировка понятий. Сюда относятся логические задачи по выявлению общих черт и существенных различий; сравнение предметов и явлений в качественном и количественном отношениях;

4) задачи, основной целью которых является установление и закрепление нового понятия. К ним относятся все вычислительные и графические задачи, задачи-рисунки, доказательства, логические задачи вида «Что нужно сделать для того, чтобы...»;

5) задачи, основной целью которых является систематизация понятий и формирование у учащихся умения классифицировать их, правильно соотносить друг с другом;

6) задачи, основной целью которых является формирование у учащихся умения применять понятия в различных ситуациях, для объяснения и предсказания явлений, решения проблем научного и практического характера. К данному типу задач необходимо отнести задачи с конкретным содержанием, т. е. задачи с производственно-техническим и научно-техническим содержанием, а также задачи по данным лабораторных работ. Из логических задач к этой группе относятся задачи на объяснение и предсказание явлений. Интерес представляют задачи-рисунки (предсказание явлений, определение значения величин по данным рисунка, обнаружение ошибок в схемах или рисунках).

§ 6.4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ УМЕНИЮ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ

Структурный анализ процесса решения задач

Кибернетический подход к решению задач заключается в рассмотрении его как процесса управления. Следовательно, чтобы формировать у учащихся обобщенное умение решать задачи, необходимо знать структуру процесса решения задач. С этой целью проведем структурный анализ процесса решения учебных задач. Кибернетика здесь нашла интересное решение.

В книге под редакцией академика В. М. Глушкова «Человек и вычислительная техника» рассматривается общая для всех задач структура решения, включающая следующие этапы:

1-й этап — ознакомление с условием задачи;
2-й этап — составление плана решения задачи;
3-й этап — осуществление решения;
4-й этап — проверка правильности решения задачи.

Каждый этап осуществляется определенными действиями. Интересно, что кибернетика сформулировала единые действия для каждого этапа, а их совокупность аналогична выделенным этапам. В той же книге отмечается:

«— ориентировка — уточнение характеристики цели действия, выделение свойств объектов, в отношении которых нужно произвести преобразование;

— планирование — определение состава и последовательности преобразования;

— исполнение — осуществление этих преобразований;

— контроль — проверка достижения цели действия»[1].

Ранее такие же этапы решения задач выделял Д. Пойа в книге «Как решать задачу», но действия на каждом этапе решения он не раскрывает, а дает большой перечень вопросов, с помощью которых возможно осуществить эти этапы.

Рассматривая учебные задачи как один из видов задач, можно применить к ним структуру решения задач, предлагаемую в кибернетике как общей теории управления.

Структура деятельности учителя по обучению учащихся умению решать задачи

В деятельности учителя по обучению учащихся умению решать задачи можно выделить две структурные части: *теоретическую,* которая включает овладение теорией, и *практическую.* При этом решаются такие педагогические задачи, как определение объема знаний, которые должны быть усвоены учениками под руководством учителя, состава умений, необходимых для решения задач, и последовательность формирования у учащихся умения выполнять отдельные операции.

Теоретическая подготовка учителя должна обеспечить:

1. *Четкое представление о методах решения физических задач.* В методике преподавания физики выделяют аналитический, синтетический, аналитико-синтетический методы решения задач.

2. *Знание способов решения задач по физике.* Еще больше противоречивых мнений на определение способа решения задачи. Чаще всего метод определяют через способ. Однако в теории обучения учащихся умению решать задачи эти два понятия надо разграничивать. Под способом решения физической задачи следует понимать совокупность средств реализации того или иного метода. Имеющиеся средства решения учебных задач позволяют выделить три способа: логический, математический и экспериментальный. Математический способ включает несколько разновидностей, которые в основном определяются отдельными разделами математики: арифметическим, алгебраическим и геометрическим.

---

[1] Человек и вычислительная техника/Под ред. В. М. Глушкова.— Киев, Наукова Думка, 1971.



Рис. 24.

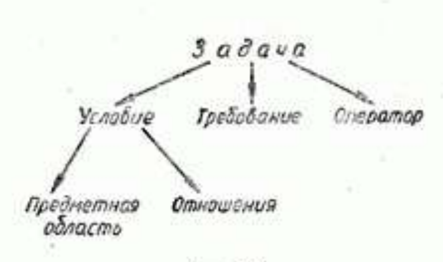


Рис. 25.

3. *Знание содержания и структуры способа решения задачи.* В кибернетике выделяются основные структурные элементы задачи.

Способ решения учебной задачи также имеет свою структуру, познанную на определенном уровне. Этой структуре надо специально обучать учащихся. Структура задачи и структура способа ее решения должны стать объектом обучения.

Структура задачи, по В. М. Глушкову, представлена на рисунке 24.

Л. М. Фридман выделяет аналогичные части учебной задачи, но связи между ними устанавливает несколько по-другому (рис. 25).

В структуре способа решения учебной задачи, как уже отмечалось, в настоящее время можно выделить четыре основных этапа: ознакомление с условиями задачи, составление плана ее решения, осуществление этого плана и проверка полученного решения.

4. *Овладение общим алгоритмом решения физической задачи.* Общий алгоритм решения физической задачи определяет структуру деятельности учащихся по отысканию решения любой вычислительной задачи. Структура деятельности представляет собой реализацию основных этапов решения через определенные действия.

5. *Рассмотрение алгоритма решения задач определенного класса как конкретизацию общего алгоритма для определенного раздела или темы курса физики.*

6. *Умение выделить в алгоритме решения задач определенного класса его структурные элементы и содержание отдельных действий.* Учителю необходимо уметь анализировать и оценивать различные учебные алгоритмы.

7. *Умение верно определять рациональный способ введения алгоритма в учебный процесс.*

Практическая часть деятельности по обучению учащихся умению решать задачи включает следующие элементы:

1) вооружение учащихся знанием содержания и общей структуры задач, а также задач различных видов, их классификацией;

2) вооружение учащихся знанием структуры процесса решения учебной задачи;

3) обучение учащихся общей структуре решения физических задач;

4) обучение учащихся особенностям решения задач различных видов (вычислительных, логических, экспериментальных, графических, задач-рисунков);

5) «выработка» алгоритмов решения задач по конкретным темам и на их основе формулирование общего алгоритма решения учебных задач;

6) проведение специальной работы по усвоению учащимися структуры алгоритма, раскрытие перед ними содержания отдельных действий;

7) определение последовательности решения задач по конкретной теме, чтобы в процессе решения первых задач отрабатывались конкретные операции, а затем осуществлялось свертывание их в обобщенные действия;

8) обеспечение реализации учащимися всех этапов решения задач в процессе решения.

Структура учебного алгоритма

Алгоритмы нашли широкое применение в процессе обучения. В школьной практике известно большое количество различных конкретных алгоритмов и алгоритмических предписаний.

К основным свойствам алгоритмов относятся их детерминированность, результативность и массовость. Алгоритмические предписания наряду с основными свойствами обладают некоторыми особенностями, такими, как неформализованность действия по нему, относительность понятия «элементарная операция» (элементарность той или иной операции устанавливается в результате постоянной диагностики характера и уровня сформированности операций), необходимость выделения в характеристике оптимальности учебного алгоритма дидактических условий и др.

Алгоритм выполняет функцию модели деятельности. Учебная деятельность заключается в описании наблюдаемого, в организации поиска ответа на поставленный вопрос, в объяснении наблюдаемых фактов и в исполнении намеченного плана.

Познание любого процесса (явления или предмета) начинается с описания наблюдаемого. На основе описания отыскивается первоначальная структура деятельности (эвристика), которая становится основой создания предписания. Полученное предписание, как правило, недостаточно детерминирует процесс познания. Алгоритм же можно рассматривать как более познанную структуру деятельности.

В процессе решения задач используются следующие алгоритмы:

Общий алгоритм решения задач

1. Внимательно прочитайте условие задачи и уясните основной вопрос; представьте процессы и явления, описанные в задаче.

2. Повторно прочитайте содержание задачи для того, чтобы четко представить основной вопрос задачи, цель решения ее, заданные величины, опираясь на которые можно вести поиски решения.

3. Произведите краткую запись условия задачи с помощью общепринятых буквенных обозначений.

4. Выполните рисунок или чертеж к задаче.

5. Определите, каким методом будет решаться задача; составьте план ее решения.

6. Запишите основные уравнения, описывающие процессы, предложенные задачной системой.

7. Найдите решение в общем виде, выразив искомые величины через заданные.

8. Проверьте правильность решения задачи в общем виде, произведя действия с наименованиями величин.

9. Произведите вычисления с заданной точностью.

10. Произведите оценку реальности полученного решения.

11. Запишите ответ.

Алгоритм преобразования единиц величин

1. Запишите в левой части равенства численное значение рассматриваемой величины с указанием наименования ее единицы, а в правой части равенства выделите наименование величины с коэффициентом «единица»: 5 м/с=5·1 м/с.

2. Запишите соотношение заданной единицы величины с новыми единицами измерения:

$$1\ \text{м} = \frac{1}{1000}\ \text{км},$$

$$1\ \text{с} = \frac{1}{3600}\ \text{ч}.$$

3. В левой части равенства запишите численное значение заданной величины, а в правой — соотношения через новые единицы:

$$5\text{м/с} = 5\,\frac{\frac{1}{1000}\ \text{км}}{\frac{1}{3600}\ \text{ч}}.$$

4. В правой части равенства осуществите все действия с коэффициентами и наименованиями:

$$5\ \text{м/с} = \frac{5\cdot 3600\ \text{км}}{1000\ \text{ч}} = 18\ \text{км/ч}.$$

Алгоритм для определения производных единиц физических величин

1. Напишите формулу, выражающую связь величины, единицу которой нужно определить, с другими величинами (их единицы уже известны и являются исходными).

Например, необходимо определить единицу силы в СИ. Для этого запишите определяющую формулу для величины силы:

$$\vec{F}=m\vec{a}. \qquad (1)$$

2. Вместо букв, обозначающих значения величин, поставьте в формулу (1) наименования их единиц в СИ:

$$[\mathrm{F}]=1\ \text{кг}\cdot 1\ \text{м/с}^2. \qquad (2)$$

3. Произведите действия с наименованиями:

$$[\mathrm{F}]=1\ \text{кг}\cdot\text{м/с}^2.$$

4. Дайте определение единицы величины.

5. Если есть необходимость, то введите название единицы, т. е.

$$1\ \text{кг}\cdot\text{м/с}^2=1\ \text{ньютон}.$$

6. Введите краткое обозначение единицы:

$$1\ \text{ньютон}=1\ \text{Н}.$$

Алгоритм решения задач по определению механической работы

1. Прочитайте условие задачи.
2. Запишите условие задачи с помощью общепринятых буквенных обозначений.
3. Сделайте чертеж, укажите на нем движущееся тело (или систему тел) и графически изобразите силы, действующие на тело.
4. Укажите направление движения тела.
5. Определите силы, действующие в направлении движения.
6. Запишите формулу для определения механической работы:

$$A=Fs, \qquad (1)$$

где F — сила, действующая на тела в направлении движения, s — расстояние, на которое переместилось тело в направлении действия силы.

7. Подставьте в формулу (1) значения F и s в СИ и произведите вычисления.
8. Оцените полученный результат решения.

Алгоритм решения задач по кинематике

1. Прочитайте условие задачи.
2. Выделите тела, находящиеся в движении, и вид движения.
3. Кратко запишите условие задачи.

4. Запишите основные уравнения кинематики в векторной форме.

5. Выберите систему отсчета и покажите параметры движения тела.

6. Осуществите перевод уравнений кинематики из векторной формы в скалярную (запишите в проекциях на избранные направления координатных осей).

7. Решите полученную систему уравнений относительно искомых величин в общем виде.

8. Проверьте правильность решения в общем виде путем операций с наименованиями единиц величин, входящих в формулу.

9. Подставьте в решение общего вида заданные значения величин в системе СИ и произведите вычисления.

10. Произведите оценку достоверности полученного результата.

Алгоритм решения задач на законы динамики

1. Прочитайте условие задачи.
2. Уясните основной вопрос задачи.
3. Кратко запишите условие задачи.
4. Выделите взаимодействующие тела.
5. Выполните рисунок, изобразив на нем взаимодействующие тела.
6. Изобразите с помощью векторов действие на тело выделенной системы других тел.
7. Запишите в векторной форме уравнения движения для каждого тела.
8. Выберите наиболее рациональную в данных условиях систему отсчета.
9. Осуществите запись уравнений движения тел в проекциях на оси.
10. Запишите дополнительные уравнения кинематики (если в этом есть необходимость) на основе анализа условия задачи.
11. Решите в общем виде полученную систему уравнений относительно неизвестных.
12. Проверьте правильность решения задачи в общем виде путем операций с наименованиями величин, входящих в формулы.
13. Подставьте числовые данные в СИ в решение общего вида и произведите вычисления.
14. Оцените полученный результат решения.

Алгоритм решения задач на закон сохранения импульса

1. Прочитайте условие задачи.
2. Выясните основной вопрос задачи и какие тела взаимодействуют.
3. Кратко запишите условие задачи.
4. Выясните, в каких направлениях система замкнута.
5. Сделайте чертеж, указав векторы импульсов.

6. Запишите закон сохранения импульса для заданных тел в векторной форме.

7. Выберите систему отсчета.

8. Переведите векторную форму записи закона сохранения импульса для данного случая в скалярную (в проекциях на выбранные оси координат).

9. Решите уравнение относительно искомых величин.

10. Проверьте правильность найденного решения путем операций с наименованиями величин.

11. Подставьте в решение общего вида числовые значения величин в СИ и произведите вычисления.

12. Оцените достоверность полученного результата.

Алгоритм решения задач на уравнение теплового баланса

1. Прочитайте условие задачи.

2. Проанализируйте условие задачи, т. е. выделите тела, участвующие в тепловом обмене, и определите процессы, в которых участвует каждое тело.

3. Кратко запишите условие задачи.

4. Запишите уравнение теплового баланса в общем виде:

$$Q_{1(\text{отд.})}+Q_{2(\text{получ.})}=0.$$

5. Запишите уравнение теплового баланса (для конкретных тел и заданных для них процессов).

6. Решите полученные уравнения относительно искомой величины и проверьте правильность его решения путем действий с наименованиями.

7. Подставьте числовые значения в решение общего вида и произведите вычисления.

8. Оцените достоверность полученного результата решения.

9. Запишите ответ.

Примечание. При решении задач на уравнение теплового баланса может быть эффективно использовано одно из средств наглядности: графическая интерпретация процессов, происходящих с каждым из тел, участвующих в теплообмене.

Проиллюстрируем процесс решения задачи с использованием данного алгоритма.

Задача. 0,2 кг неперегретого водяного пара впустили в калориметр (алюминиевый) массой 0,1 кг, где находился лед при температуре −8 °C. Температура в калориметре установилась 24 °C. Какое количество льда было в калориметре?

Решение задачи. После чтения условия задачи проводится первичный анализ с выявлением тел, участвующих в тепловом обмене. В тепловом обмене участвуют: калориметр, лед, неперегретый пар. Затем выясняются процессы, происходящие с телами: калориметр нагревается; лед нагревается и плавится; образовавшаяся вода нагревается; пар конденсируется и конденсированная вода охлаждается.

Оформляется краткая запись условия задачи:
Калориметр, пар, лед

$$m_п=0{,}2\ \text{кг}$$
$$m_{ал}=0{,}1\ \text{кг}$$
$$t_л=t_{ал}=-8\ °C$$
$$t_п=100\ °C$$
$$t=24\ °C$$
$$t_{пл}=0°C$$
$$m_л — ?$$

Осуществляется процесс решения задачи, который начинается с записи уравнения теплового баланса в общем виде:

$$Q_{1(отд.)}+Q_{2(получ.)}=0. \qquad (1)$$

Дальнейшее решение предполагает уточнение записанного уравнения вначале для заданных тел:

$$Q_п+Q_л+Q_к=0, \qquad (2)$$

а затем для процессов, происходящих с каждым телом:

$$Q_{п(кон.)}+Q_{п-в(охл.)}+Q_{л(наг.)}+Q_{п(плавл.)}+Q_{п-в(наг.)}+Q_{к(наг.)}=0. \qquad (3)$$

Последнюю запись уравнения теплового баланса можно интерпретировать графически в координатах Q и t (рис. 26).

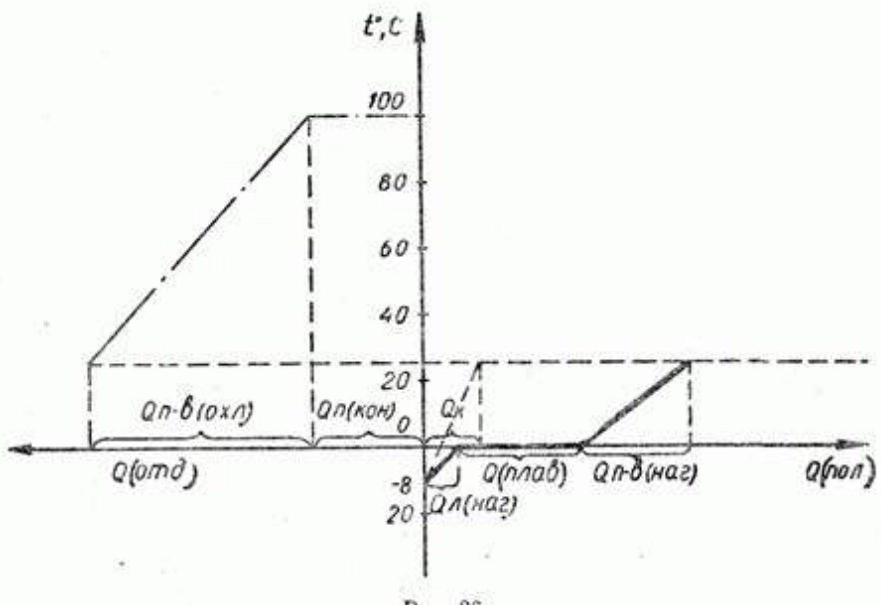


Рис. 26.

Из рисунка видно, что все процессы можно разделить на два класса: процессы, происходящие с изменением температуры тела (нагревание, охлаждение) и без изменения температуры тела (плавление, отвердевание, парообразование, конденсация).

Каждый класс процессов описывается формулами определенного вида. Первый класс процессов описывается формулой $Q=cm\Delta t$, второй формулой $Q=Km$, где K может быть удельной теплотой плавления (λ) или удельной теплотой парообразования (L). Учитывая, что лед и калориметр нагреваются одновременно от температуры $-8\,^\circ$C (лед до $0\,^\circ$C, калориметр до $+24\,^\circ$C), на графике отрезки, изображающие количества теплоты, полученные этими телами, частично совпадают. Поэтому правая часть графика (по оси абсцисс) на $Q_к$ оказывается короче левой.

Уравнение (3) примет вид:

$$-m_п L_п + m_п c_в (t - t_п) + m_л c_л (t_{пл} - t_л) + m_л \lambda_л +$$
$$+ m_п c_в (t - t_{пл}) + m_{ал} c_{ал} (t - t_{ал}) = 0,$$

которое решается относительно массы льда ($m_л$).

Примененная графическая интерпретация к явлению теплообмена между телами позволяет обобщить учебный материал курса физики X класса с помощью закона сохранения и превращения энергии. При этом уравнение теплового баланса воспринимается как средство описания явлений природы на основе более общего закона природы.

Критерии и уровни сформированности умения решать задачи по физике

Зная критерии и уровни сформированности умения решать задачи, можно оценить знания и умения учащихся, а также методику, применяемую учителем при обучении. С другой стороны, это позволяет определять и научно обосновывать содержание соответствующих этапов обучения, на которых формируется умение до заданного уровня. Определение верхнего (высшего) уровня необходимо для осознанной, целенаправленной работы учителя по формированию умения до заданного уровня, видение перспективы в развитии данного умения.

На основе знаний структуры деятельности и состава операций определяются критерии, а на основе критериев определяются уровни сформированности умения решать задачи.

Основные критерии сформированности умения решать физические задачи:

1. Знание основных операций, из которых складывается процесс решения задач, и умение их выполнять.
2. Усвоение структуры совокупности операций.
3. Перенос усвоенного метода решения задач по одному разделу на решение задач по другим разделам и предметам.

В процессе формирования обобщенного умения решать задачи могут быть выделены уровни сформированности обобщенного умения решать задачи, показанные в таблице 3.

Таблица 3

Уровень сформированности умения	Действие и операция
Первый уровень: умение анализировать условие, кодировать его; владение отдельными операциями, общими для большого класса задач	1. Краткая запись условия задачи 2. Выполнение рисунка, чертежа по описанию условия задачи 3. Оформление процесса решения задачи 4. Анализ условия задачи с выделением явлений, процессов или свойств тел, описанных в ней 5. Математическая запись соответствующего закона или уравнения 6. Решение записанного уравнения относительно неизвестного 7. Выполнение действия с наименованными числами 8. Осуществление преобразований единиц измерения величин
Второй уровень: умение решать задачи различных видов	1. Применение вышеназванных операций для решения задач различных видов 2. Овладение методами решения некоторых классов задач (расчет теплоты на основе закона сохранения и превращения энергии, расчет электрических цепей) 3. Осуществление проверки полученных результатов при решении задач методом сравнения с табличными данными, значениями физических постоянных; оценка достоверности полученного ответа; решение задачи другим способом
Третий уровень: овладение системой способов и методов решения задач, алгоритмами решения задач по конкретным темам	1. Осуществление анализа задачи с выделением ее структурных элементов и этапов решения 2. Усвоение особенностей различных способов решения физических задач 3. Построение алгоритмов решения задач по конкретным темам и разделам на основе выделенной структуры процесса решения задач 4. Осуществление самоконтроля за процессом решения задач
Четвертый уровень: овладение общим алгоритмом решения физических задач	1. Осуществление анализа условия задачи с выделением задачной системы, явлений и процессов, описанных в задаче, с определением условий их протекания 2. Осуществление кодирования условия задачи и процесса решения на различных уровнях: а) краткая запись условия задачи; б) выполнение рисунков, электрических схем; в) выполнение чертежей, графиков, векторных диаграмм; г) запись уравнения (системы уравнений) или построение логического умозаключения 3. Выделение соответствующего метода и способов решения конкретной задачи 4. Применение общего алгоритма для решения задач различных видов

Уровень сформированности умения	Действие и операция
Пятый уровень: умение переноса структуры деятельности по решению физических задач на решение задач по другим предметам	1. Выделение структуры любой учебной задачи и процесса ее решения 2. Определение метода и способов решения учебной задачи 3. Выделение особенностей решения задачи конкретного предмета

§ 6.5. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Управление любым процессом предполагает перевод объекта из одного заданного состояния в другое. Чтобы это положение применить к процессу обучения учащихся общим методам решения задач, необходимо знать уровень сформированности этого умения у них к началу изучения курса физики VII класса. Затем должны быть четко определены (сформулированы) требования к знаниям учащихся об общих методах решения задач и к уровню сформированности этого умения к моменту окончания средней школы. Третья проблема, которую должен решать учитель,— это проблема поиска рациональных способов обучения методам решения задач.

В начале VII класса учащиеся не владеют общими методами решения физических задач, так как только здесь встречаются с ними впервые. Но им приходилось решать математические задачи с элементами физики.

В процессе решения математических и физических задач имеются общие операции. Поэтому возможно осуществить перенос умения решать математические задачи на решение физических задач. Так, учащиеся к началу обучения в VII классе уже владеют простейшими вычислительными умениями, а также умением построения графика. Но есть и такие операции, содержание которых в математике и физике неидентично (например, действия с именованными величинами).

К окончанию средней школы у учащихся должны быть сформированы общие методы решения задач. Процесс усвоения учащимися методов решения задач идет довольно сложно.

Наблюдения за деятельностью учащихся, изучение их знаний о методах решения задач на основе анализа письменных работ позволяют предположить, что усвоение общих методов идет путем усвоения содержания отдельных операций, из которых складывается деятельность учащихся. На основе сравнения методов решения в различных классах, применяемых учащимися, можно судить о том, как происходит свертывание операций в определенную структуру, познание самой структуры.

В настоящее время представляется возможным выделить следующие основные этапы овладения учащимися методами решения задач:

1) выработка умения анализировать условие задачи;

2) выработка умения выполнять отдельные операции, общие для большого класса задач;

3) овладение конкретными методами решения задач по определенной теме и определенного вида;

4) овладение предписаниями алгоритмического типа по решению задач определенных видов (вычислительных, логических, экспериментальных);

5) усвоение общего предписания алгоритмического типа по решению физической задачи.

Аналогично названным этапам можно выделить основные этапы деятельности учителя по руководству процессом выработки у учащихся общих методов решения физических задач.

Кратко опишем содержание каждого из этапов формирования у учащихся умения решать задачи.

Первый этап. Процесс анализа конкретных физических задач довольно сложен. Он начинается с восприятия условия задачи, заданной определенным кодом. Текстовой код (как более распространенный способ предъявления физической задачи) оказывается трудно воспринимаемым для образного представления содержания задачи. Поэтому процесс восприятия конкретной задачи сопровождается перекодированием ее условия с помощью кода более высокого порядка. Первой формой перекодирования задачи является форма краткой записи ее условия через буквенные и знаковые обозначения с соответствующими индексами, а также выполнение рисунков, чертежей, схем электрических цепей.

На данном этапе учащиеся овладевают и другими формами дальнейшего перекодирования и кодами более высокого порядка, например использованием аналитической формы записи для графического кодирования сил.

Второй этап начинается с выявления структуры процесса решения задачи. На первых порах происходит нечеткое (диффузно-рассеянное) восприятие самой структуры, но основное внимание обращается на содержание общих операций по решению любой физической задачи; идет процесс усвоения этих операций. Особое внимание должно быть уделено формированию таких операций, как выбор рациональных способов решения задачи, выполнение приближенных вычислений, выполнение действий с именованными величинами, преобразование единиц величин, применение различных способов проверки и анализ результата.

Названные операции отрабатываются в процессе решения конкретных задач. При этом учащиеся решают задачи различными методами, реализуя их через определенные способы. Наряду с усвоением отдельных операций, которые являются общими для

решения большого класса физических задач, учащиеся овладевают методами и способами решения конкретных задач.

На *третьем этапе* происходит усвоение общей структуры решения класса задач по конкретной теме, на применение конкретных физических законов. На данном этапе усвоения учащимися общих методов решения задач данного класса усвоенные ранее операции выстраиваются в строгую систему, которую можно рассматривать как предписание алгоритмического типа для решения задач по определенным темам.

Четвертый этап процесса усвоения учащимися методов решения физических задач заключается в том, что предписания алгоритмического типа для решения задач определенного вида (вычислительных, логических, экспериментальных) по конкретным темам и на конкретные законы обобщаются в общие предписания алгоритмического типа задач этого вида.

На *пятом этапе* происходит дальнейшее обобщение предписаний алгоритмического типа, при этом вырабатывается общее предписание алгоритмического типа для решения любой физической задачи.

Методика обучения учащихся решению вычислительных задач

Из большого многообразия учебных задач наиболее весомыми являются вычислительные задачи. Выделим цели решения вычислительных задач с позиций их роли в формировании понятий:

1. Уточнение признаков понятий.
2. Дифференцировка сходных по каким-либо признакам понятий.
3. Выработка умения применять понятия в учебной и практической деятельности.
4. Установление, уточнение или закрепление связи между понятиями.
5. Конкретизация понятий.
6. Уточнение объема понятий.

Решение задачи начинается с чтения ее условия, которое должно быть четким и выразительным. Учитель должен убедиться в том, что все термины и понятия в условии ясны для учащихся. Непонятные термины выясняются после первичного чтения. Одновременно необходимо выделить, какое явление, процесс или свойство тел описывается в задаче. Затем задача читается повторно, но уже с выделением данных и искомых величин. И только после этого осуществляют краткую запись условия задачи.

Условие задачи в краткой форме может быть записано в строчку и столбик. В методике преподавания общепринятой краткой формой записи является запись в столбик всех данных величин с помощью принятых буквенных обозначений, а их числовые данные должны обязательно сопровождаться соответствующими наименованиями. При наличии нескольких значений одной и той

же величины вводят индексы (начальные буквы соответствующих слов или цифры).

Способы записи условия задачи

Рассмотрим способы записи условия задачи в столбик.

I. 1. Вопрос задачи.
2. Значения величин, указанных в условии задачи.
3. Значения величин, найденных из таблиц.

II. 1. Значения величин, указанных в условии задачи.
2. Вопрос задачи.
3. Значения величин, найденных из таблиц.

III. 1. Значения величин, указанных в условии задачи.
2. Значения величин, найденных из таблиц.
3. Вопросы задачи.

IV. 1. Указание явления или тела, о котором идет речь в задаче.
2. Значения величин, указанных в условии задачи.
3. Вопрос задачи.
4. Значения величин, найденных из таблиц.

Примеры записи условия задачи различными способами:

Задача 1. Сколько сухих дров надо сжечь в кормозапарнике, чтобы нагреть 100 кг воды от 10 °С до кипения? КПД кормозапарника 15%.

I

$m_{др}$ — ?
$m_в = 100$ кг
$t_1 = 10$ °С
$t_2 = 100$ °С
$\eta = 0,15$
$q = 8,3$ МДж/кг
$c_в = 4,19$ кДж/(кг·К)

II

$m_в = 100$ кг
$t_1 = 10$ °С
$t_2 = 100$ °С
$\eta = 0,15$

$m_{др}$ — ?
$q = 8,3$ МДж/кг
$c_в = 4,19$ кДж(кг·К)

III

$m_в = 100$ кг
$t_1 = 10$ °С
$t_2 = 100$ °С
$\eta = 0,15$
$q = 8,3$ МДж/кг
$c_в = 4,19$ кДж(кг·К)

$m_{др}$ — ?

IV

Кормозапарник

$m_в = 100$ кг
$t_1 = 10$ °С
$t_2 = 100$ °С
$\eta = 0,15$

$m_{др}$ — ?
$q = 8,3$ МДж/кг
$c_в = 4,19$ кДж(кг·К)

Авторы из всех приведенных способов записи условия задачи предпочитают IV способ. Он является наиболее рациональным в том отношении, что в нем указывается объект, о котором идет речь, что позволяет быстрее воспроизвести в памяти условие

задачи; в условие вписывается только то, что дано и надо найти. Данные, требующиеся для решения задачи, но не указанные этим условием, записываются после того, как ученик приходит к выводу об их необходимости. Анализ такой записи позволяет проследить за мыслительным процессом учащегося.

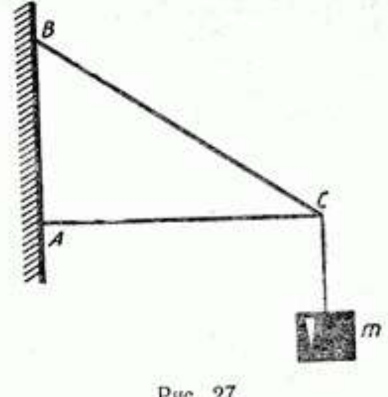


Рис. 27.

Краткая форма записи включает запись данных величин через буквенные обозначения, выполнение рисунков, схем, чертежей, графиков, поясняющих условие задачи.

Рассмотрим примеры краткой записи условия задач, где необходимо сделать рисунок, выполнить чертеж, вычертить электрическую цепь, построить график.

Задача 2. К концу стержня *AC* длиной 2 м, укрепленного шарнирно одним концом к вертикальной стене и перпендикулярно, а с другого конца поддерживаемого тросом *BC* длиной 2,5 м, подвешен груз массой 120 кг (рис. 27). Найти силы, действующие на трос и стержень.

Рисунок, который схематически изображает задачную ситуацию, играет решающую роль в осознании задачи и способствует более быстрому нахождению способов ее решения.

Кронштейн

$AC = 2{,}0$ м
$BC = 2{,}5$ м
$m = 120$ кг

F_1 — ?
F_2 — ?

Задача 3. Определить напряжение на каждом сопротивлении, если все они соединены последовательно и равны соответственно 2; 3 и 5 Ом. Общее напряжение равно 20 В (рис. 28).

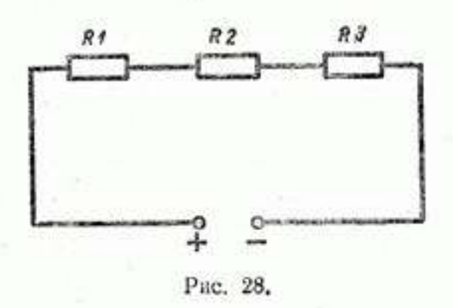


Рис. 28.

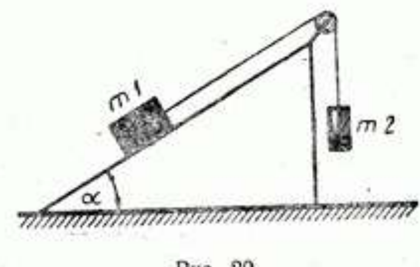


Рис. 29.

Электрическая цепь

$R_1=2$ Ом
$R_2=3$ Ом
$R_3=5$ Ом
$U=20$ В

U_1 — ?
U_2 — ?
U_3 — ?

Задача 4. Брусок массой 1 кг движется под действием гири массой 0,5 кг (рис. 29). Определить натяжение нити, если коэффициент трения равен 0,1.

$m_1=1$ кг
$m_2=0{,}5$ кг
$k=0{,}1$

F — ?

Кибернетика задачу считает нерешенной, если полученный ответ не проверен. В школьной практике учителя далеко не всегда требуют проверки и анализа полученного ответа, объясняя это тем, что проверка предполагает лишнюю затрату времени на решение задачи. Иногда учителя считают лучше решить лишнюю задачу, чем проверить решенные. Если же к решению учебной задачи подойти более широко, как к деятельности вообще, в процессе выполнения которой не только получается определенный результат, но и формируется личность, а также потребность к самоконтролю, то становится очевидной необходимость проверки решения каждой задачи. В какой бы области человек ни работал, ему недостаточно только выполнить свои обязанности, ему необходимо оценить, как выполнено действие. Токарю недостаточно выточить деталь; еще необходимо, чтобы она удовлетворяла определенным требованиям, поэтому каждая деталь должна пройти через ОТК или самоконтроль. К этому надо приучать школьников в учебной деятельности.

Сначала результат полученного решения необходимо оценить на реальность ответа, так как иногда получают ответы, не соответствующие условию задачи или противоречащие здравому смыслу. В результате ошибок в вычислениях получают нереальные величины, например КПД свыше 100%, относительную влажность воздуха равной 110% и т. д.

Второй распространенной ошибкой является получение несуществующих единиц физических величин. Поэтому каждое решение задачи в общем виде необходимо проверить путем операций над наименованиями единиц величин. Необходимо вооружать учащихся различными способами проверки результатов решения. Возможны следующие способы проверки решения:

1) решение задачи несколькими способами;
2) оценка реальности полученного результата;

3) проведение эксперимента;

4) действия с наименованиями единиц величин;

5) использование метода симметрии;

6) преобразование задачи таким образом, чтобы ее решение было очевидным.

Способы записи решения задачи

Способы записи могут различаться по степени пояснения и по форме оформления записи решения. По форме оформления можно выделить несколько способов: задача решается в общем виде, а затем производятся вычисления; заданная величина определяется постепенно с вычислением промежуточных величин, не разделяя записи формул и вычислений по ним; запись решения вначале в формулах, а затем подстановка в каждую из них числовых значений и проведение вычислений. Рассмотрим способы записи решения задач: запись только формул и вычислений; запись решения задачи с планом; запись решения задачи с кратким пояснением — и приведем примеры.

1) Запись решения через формулы и вычисления.

Задача 5. Опорные башмаки шагающего экскаватора представляют собой две пустотелые балки длиной 16 м и шириной 2,5 м каждая. Определить давление экскаватора на почву, если масса его составляет 1150 т.

Экскаватор

$l=16$ м	$p=\frac{F}{S}$;	$[p]=\frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{с}^2\cdot\text{м}^2}=\text{Па}$;
$a=2{,}5$ м	$F=mg$;	$p=\frac{1150000\cdot 10}{2\cdot 16\cdot 2{,}5}\approx 140$ (кПа);
$n=2$	$S=2la$;	
$m=1150$ т	$p=\frac{mg}{2la}$;	Ответ: $p\approx 140$ кПа.
p — ?		

2) Запись решения задачи с планом показана на следующем примере:

Сколько сухих дров надо сжечь в кормозапарнике, чтобы нагреть 100 кг воды от 10 °С до кипения? КПД кормозапарника 15%.

Кормозапарник

$m_в=100$ кг

$t_1=10$ °С

$t_2=100$ °С

$\eta=0{,}15$

$m_{др}$ — ?

$q=8{,}3$ МДж/кг

$c_в=4{,}19$ кДж/(кг·К)

1. Коэффициент полезного действия кормозапарника определяется отношением количества теплоты, пошедшего на нагревание воды ($Q_п$), к количеству теплоты, полученному от нагревателя ($Q_з$):

$$\eta = \frac{Q_п}{Q_з}. \qquad (1)$$

2. $Q_п$ соответствует количеству теплоты, необходимому для нагревания воды:

$$Q_п = c_в m_в (t_2 - t_1). \qquad (2)$$

3. $Q_з$ соответствует количеству теплоты, выделенному при сгорании дров:

$$Q_з = q m_{др}. \qquad (3)$$

4. Подставим в уравнение (1) значения $Q_п$ и $Q_з$:

$$\eta = \frac{c_в m_в (t_2 - t_1)}{q m_{др}}.$$

Отсюда

$$m_{др} = \frac{c_в m_в (t_2 - t_1)}{q \eta}.$$

Проверяется правильность решения в общем виде.

Вычисления:

$$m_{др} = \frac{4{,}19 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 90}{0{,}83 \cdot 10^7 \cdot 0{,}15} \approx 30 \text{ (кг)}.$$

Ответ: $m_{др} \approx 30$ кг.

3) Запись решения задачи с кратким пояснением.

Задача 6. При помощи подъемного крана подняли груз массой 2500 кг на высоту 12 м. Какая работа при этом совершена?

$m = 2500$ кг
$h = 12$ м
$A = ?$

Работа по поднятию груза вычисляется по формуле $A = F \cdot s$, где F — сила, которую надо приложить, чтобы равномерно поднимать груз. Эта сила равна силе тяжести $F_т$, действующей на груз; определяется по формуле $F_т = mg$, а $s = h$, т. е. высоте подъема.

Итак, $F_т = 2500 \text{ кг} \cdot 9{,}8 \frac{Н}{кг} = 24\,500$ Н.

$A = 24\,500 \text{ Н} \cdot 12 \text{ м} = 294\,000 \text{ Дж} = 294$ кДж.

Такая словесная запись процесса решения задачи полезна на начальном этапе. Она помогает ученикам лучше понять логику суждений. На последующих этапах обучения решению задач необходимость в такой записи отпадает.

Как было рассмотрено выше, процесс решения задач осуществляется через определенные этапы посредством определенных действий. Решение учебной задачи начинается с восприятия условия задачи, с ознакомления с этим условием. Что значит ознако-

миться с условием задачи? Это значит представить, о каком физическом явлении или процессе идет речь, каким образом это явление или процесс заданы и какими величинами они характеризуются. Изучение конкретных физических явлений проявляется в специфической деятельности учащихся. Например, если выяснили, что в задаче идет речь о механическом движении, то восприятие заданного механического движения начинается с определения вида механического движения. Поэтому следующим действием процесса ознакомления с условием задачи будет составление плана анализа задачной ситуации. Затем определяются заданные условием характеристики процесса или явления, граничные условия конкретного их проявления, неизвестные величины, константы и коэффициенты. Первый этап процесса решения физической задачи завершается краткой записью ее условия и проверкой правильности ее выполнения. Решение контролируется, т. е. осуществляется самоконтроль ученика за выполнением собственной деятельности.

Обучение учащихся умению решать физические задачи необходимо начинать с обучения деятельности по восприятию ее условия. Для учащихся эта деятельность является сложной, поэтому им раскрывается ее структура, где выделяются элементарные операции, и учащиеся обучаются каждой из них. Выполнение каждой операции следует превратить в умение.

Следующим этапом процесса решения физической задачи является с о с т а в л е н и е   п л а н а, что оказывается самым трудным. Трудность заключается в неумении выделить структуру плана, определить действия, из которых он складывается. Для того чтобы определить содержание каждого действия, следует четко определить цель их выполнения. Такой целью является план решения задачи. Действие ориентировки позволяет осуществить вторичный анализ воспринятого условия задачи, в результате выполнения которого выделяются физические теории, законы, уравнения, объясняющие конкретную задачу. Затем выделяются методы решения задач одного класса и находится оптимальный метод решения данной задачи. Результатом деятельности учащихся является план решения, который включает цепочку логических действий. Правильность выполнения действий по составлению плана решения задачи контролируется. Данный контроль, как правило, является самоконтролем по оценке оптимальности выбранного метода решения задачи.

Следующим этапом процесса решения задачи является о с у щ е с т в л е н и е   н а м е ч е н н о г о   п л а н а   р е ш е н и я. Рассмотрим, каким образом можно обучать учащихся реализации данного этапа. Во-первых, необходимо уточнить содержание известных уже действий. Действие ориентации на данном этапе предполагает еще раз выделение метода решения задачи и уточнение вида решаемой задачи по способу задания условия. Последующим действием является планирование. Планируется способ решения задачи, тот аппарат (логический, математический, эксперимен-

тальный), с помощью которого возможно осуществить дальнейшее ее решение. Контроль за правильностью выполнения данного этапа осуществляется по проверке правильности решения в общем виде путем действий с именованными числами.

Последний этап процесса решения задачи заключается в **проверке полученного результата**. Осуществляется он снова теми же действиями, но содержание действий изменяется. Действие ориентации — это выяснение сущности того, что необходимо проверить. Например, результатами решения могут быть значения величин коэффициентов, физических постоянных характеристик механизмов и машин, явлений и процессов. Характер полученного результата определяет и метод проверки.

Рассмотрим пример решения задачи в соответствии с рассмотренной методикой.

Задача 7. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Определить максимальную высоту подъема тела и время полета.

Движение тела, брошенного вверх

$v_0 = 20$ м/с

$g \approx 10$ м/с^2

H — ? t — ?

1. Тело, брошенное вертикально вверх, движется с ускорением свободного падения (силами сопротивления воздуха пренебрегаем).

2. Запишем кинематические уравнения данного движения:

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}, \qquad (1)$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g} t. \qquad (2)$$

3. Так как тело движется в пространстве и во времени, то нужно выбрать систему отсчета. Ее начало координат удобно совместить с точкой бросания, а координатную ось (пространство одномерное) направить по направлению движения, т. е. вертикально вверх. На рисунке 30 укажем направления векторов $\vec{s}$, $\vec{v}_0$, $\vec{g}$.

4. Запишем уравнения (1) и (2) в скалярной форме, спроецировав на ось Y все векторные величины, входящие в эти уравнения:

$$y = v_0 t - \frac{g t^2}{2}, \qquad (1')$$

$$v = v_0 - g t. \qquad (2')$$

5. Максимальная высота подъема H равна $y_{макс}$, поэтому уравнение (1) запишем в следующем виде:

$$H = v_0 t_п - \frac{g t_п}{2}, \qquad (1'')$$

Рис. 30.

где $t_п$ — время подъема тела. Это время определим из условия: в верхней точке траектории скорость тела равна нулю.

$$0 = v_0 - g t_п, \qquad (2)$$

откуда

$$t_п = \frac{v_0}{g}. \qquad (3)$$

Подставив значение $t_п$ из уравнения (3) в уравнение (1), получим:

$$H = v_0 \frac{v_0}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g},$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g}. \qquad (4)$$

6. Проверим правильность нахождения высоты подъема:

$$H = \frac{м^2/с^2}{м/с^2} = м.$$

Подставив численные значения в формулу (4), получим:

$$H = \frac{400}{20} = 20 \text{ м}.$$

7. Теперь найдем время всего полета.

Так как в момент падения тела его координата равна нулю (тело вернулось в начало координат), уравнение координаты (1) запишется в следующем виде:

$$v_0 t - \frac{g t^2}{2} = 0.$$

Из него найдем время всего полета:

$$t = \frac{2v_0}{g}. \qquad (5)$$

8. Проверим правильность нахождения времени путем операций с наименованиями величин, входящих в формулу (5):

$$t = \frac{м/с}{м/с^2} = с.$$

9. Подставив в формулу (5) значения величин, получим:

$$t = \frac{40}{10} = 4 \text{ с}.$$

На основе решения данной задачи учащимся полезно дать следующие дополнительные задания: 1. Найдите время движения тела вниз и сравните его со временем движения вверх. 2. Определите скорость, с которой тело вернется в точку бросания. 3. Объясните полученные результаты и сделайте выводы.

Таким образом, решение задач приобретает исследовательский характер.

Методика обучения учащихся решению экспериментальных, графических и логических задач

I. Значение и виды экспериментальных задач по физике. К экспериментальным задачам относятся те, которые не могут быть решены без постановки опытов или измерений.

Основное значение решения экспериментальных задач заключается в формировании и развитии с их помощью наблюдательности, измерительных умений, умений обращаться с приборами. Они способствуют более глубокому пониманию сущности явлений, выработке умения строить гипотезу и проверять ее на практике. В процессе решения экспериментальных задач учащиеся овладевают экспериментальным способом решения физических задач.

Виды экспериментальных задач по роли эксперимента в решении

I	II	III	IV
Задачи, в которых без эксперимента нельзя получить ответ на вопрос	Эксперимент используется для создания задачной ситуации	Эксперимент используется для иллюстрации явления, о котором идет речь в задаче	Эксперимент используется для проверки правильности решения

Покажем примеры различных видов экспериментальных задач.

1. Определить скорость, с которой выбрасывается снаряд из баллистического пистолета (рис. 31).

2. Почему тело поднимается вверх по наклонной плоскости (рис. 32)?

3. Нарушится ли равновесие весов, если тела, прикрепленные к ним, погрузить в жидкость (рис. 33)?

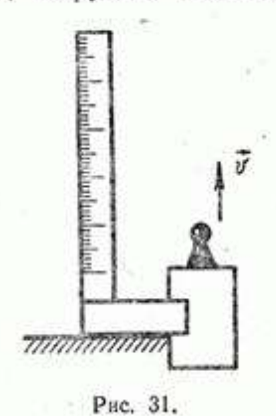
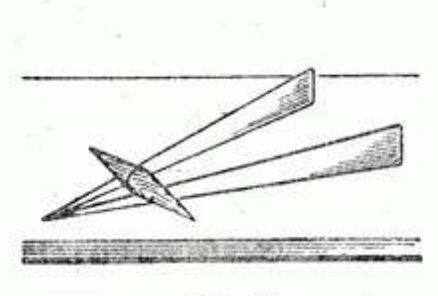


Рис. 31.


Рис. 32.

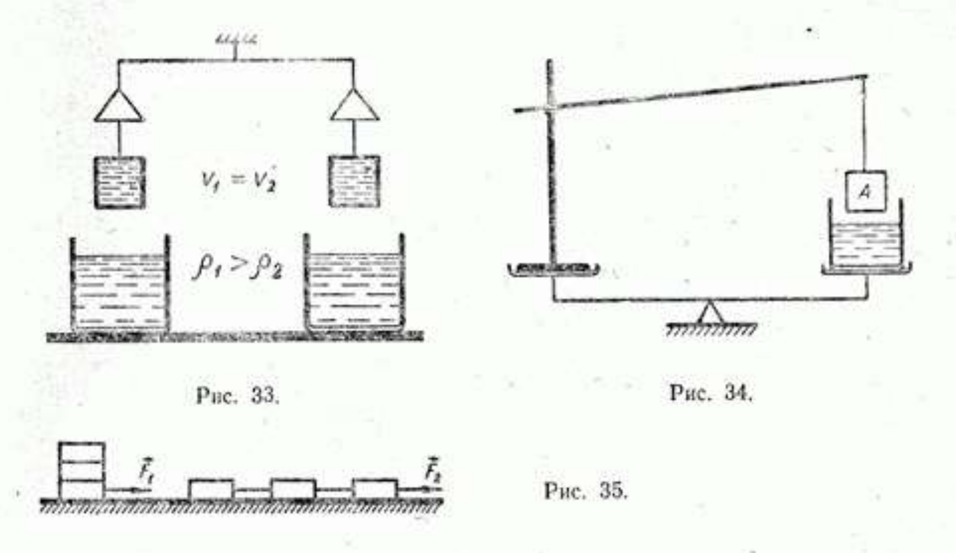


Рис. 33.

Рис. 34.

Рис. 35.

4. Нарушится ли равновесие весов, если тело A опустить в сосуд с водой (рис. 34)?

5. Три одинаковых деревянных бруска в первом случае положены друг на друга, а во втором случае соединены в цепочку. В каком случае сила трения больше (рис. 35)?

Решение экспериментальной задачи начинается с постановки (в различных вариациях) задачи, затем осуществляется краткая запись условия, формулируется гипотеза, проверка которой планируется, затем осуществляется реализация намеченного плана различными средствами (математическими, логическими и экспериментальными). Полученный результат кодируется выбранным способом, после чего осуществляется его проверка.

Рассмотрим пример решения следующей экспериментальной задачи, которую можно предложить учащимся в VII классе.

Постановка задачи. На столе имеется прямоугольная жестяная банка, динамометр, масштабная линейка, сосуд с водой, песок. Для обеспечения вертикального положения банки при плавании в воде ее немного нагружают песком. Определить глубину осадки банки.

Условие данной задачи можно выразить при помощи рисунка с надписью вопроса под ним.

В основу решения данной экспериментальной задачи положим предположение о том, что банка будет погружаться в воду до тех пор, пока сила тяжести, действующая на нее, и песок не уравновесятся выталкивающей силой воды, действующей на банку снизу вверх, т. е. $F_А = F$. Выталкивающая сила $F_А$ равна весу вытесненной телом жидкости, т. е. $F_А = g\rho_в V_в$, где $g = 9{,}8\ \frac{Н}{кг}$, $V_в$ — объем погруженной части банки, $\rho_в$ — плотность воды. Объем погруженной части равен произведению площади основания S на

глубину погружения в воду h. Следовательно, $F_A = g\rho_в hS$. Откуда $h = \frac{F_A}{g\rho_в S}$. (1)

Правильность найденного решения проверяют путем операций с наименованиями величин, входящих в формулу (1).

Из нее видно, что для решения задачи надо знать вес банки с песком, плотность воды и площадь основания банки.

Измерения. Определяют вес P банки с песком с помощью динамометра. Измеряют длину l и ширину a основания банки, определяют площадь основания $S = la$. Из таблиц находят плотность воды.

Вычисления. Подставляя найденные значения $\rho_в$, P и S в формулу (1), определяют глубину h погружения банки.

Опытная проверка. На вертикальной стенке банки цветной линией отмечают глубину погружения, найденную из расчетов, и ставят банку в сосуд с водой. Опыт показывает, что фактическая глубина погружения совпадает с расчетной.

Результаты решения задачи коллективно обсуждаются и делается вывод о достоверности предположения, положенного в основу ее решения.

В связи с решением задачи рассматривается принцип определения осадки судов.

II. Графические задачи по физике, их виды и примеры. Графические задачи — это такие задачи, в которых ответ на поставленный вопрос не может быть получен без графика.

Виды графических задач

I	II	III	IV	V
На основе данных условия строится график	По виду заданного графика определяется вид функциональной зависимости величин	По заданному графику находится искомая величина	Предлагается выразить заданную ситуацию графически	По заданному графику анализируется процесс (явление)

Примеры графических задач различных типов

1. Построить график зависимости тягового усилия трактора Т-130 от скорости его движения.

Скорость, $\frac{км}{ч}$	3,17	4,39	6,37	8,80	10,46
Тяговое усилие, кН	94,00	65,00	42,00	27,30	21,00

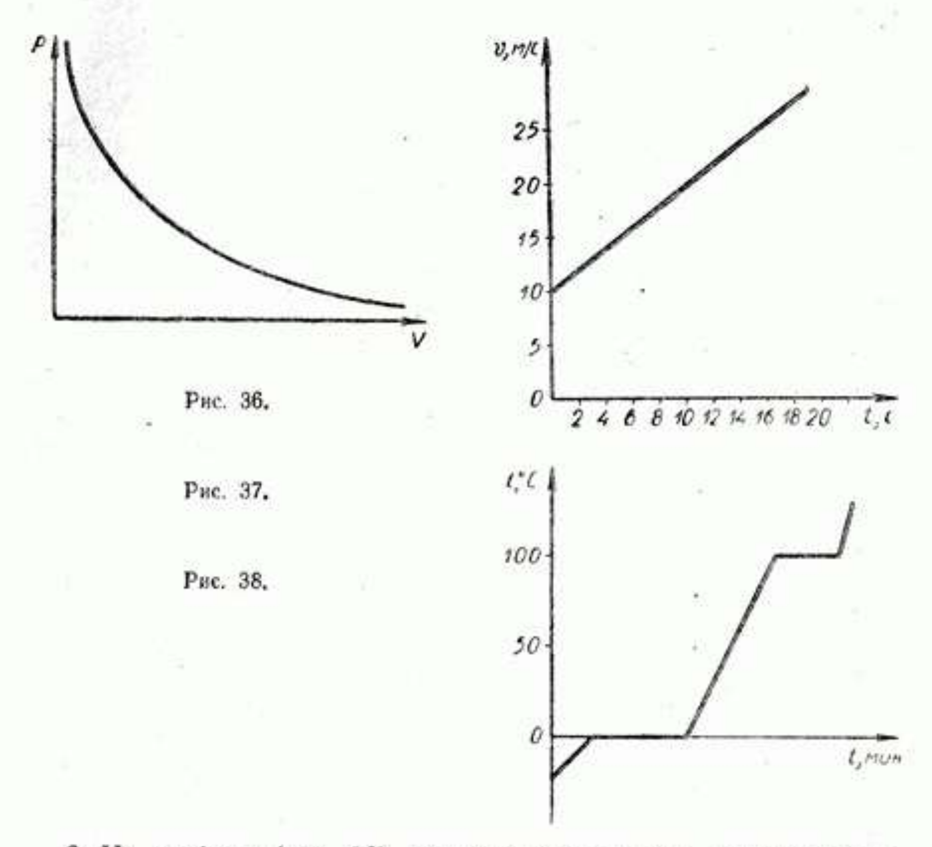


Рис. 36.

Рис. 37.

Рис. 38.

2. На графике (рис. 36) показана зависимость давления определенной массы воздуха от объема. Назвать вид функциональной зависимости и записать его аналитически.

3. Представлен график скорости тела (рис. 37). Определить ускорение, с которым движется тело.

4. Автомобиль начал тормозить при скорости 72 км/ч и остановился через 5 с. Определить путь торможения и скорость в конце второй секунды. Построить график $v=f(t)$.

5. Какие процессы представлены графически на рисунке 38?

Необходимая подготовка к решению графических задач дается в V классе в курсе математики, поэтому их можно использовать в курсе физики VII класса. К ним отнесем задачи по построению зависимости массы тела от объема при заданной плотности, зависимости давления жидкости на дно сосуда от высоты столба, графики зависимости пройденного пути от времени при постоянной скорости.

III. Логические (качественные) задачи по физике, их классификация и назначение. К логическим задачам относятся все задачи, которые обычно в методической и учебной литературе принято называть «задачи-вопросы» или «качественные задачи».

Виды логических задач

1. Объяснить явление.
2. Предсказать явление.
3. Выявить общие черты и существенные различия предметов.
4. Сравнить предметы и явления в количественном отношении.
5. «Что нужно сделать для того, чтобы...»
6. «В чем состоит преимущество данного прибора перед другим?»
7. «Что произойдет, если...»
8. «Где применяется? Где наблюдается?»
9. Задачи на систематизацию и классификацию.

Примеры логических задач различных видов

1. Чем объясняется распространение в спокойном воздухе запахов бензина, дыма, нафталина, духов и других пахучих веществ?

2. На столе вагона, движущегося равномерно и прямолинейно, лежит мяч. Как он будет двигаться относительно стола, если вагон станет поворачивать вправо?

3. Какие из атмосферных оптических явлений объясняются дифракцией света: а) полярное сияние; б) радуга; в) цветные ореолы вокруг удаленных источников света в туманную или морозную погоду?

4. Что нужно сделать, чтобы увеличить КПД идеальной тепловой машины?

5. В чем состоит преимущество дизельного ДВС перед карбюраторным?

6. Птица находится в закрытом ящике, стоящем на чашке весов. Пока птица сидит на дне ящика, весы уравновешены гирями, находящимися на другой чашке весов. Что произойдет с весами, если птица взлетит и будет парить в воздухе внутри ящика?

7. Можно ли обычным ртутным термометром измерить температуру одной капли горячей воды?

8. В каком состоянии находятся при комнатной температуре следующие вещества: вода, сахар, воздух, олово, спирт, лед, кислород, алюминий, молоко, азот?

Логические задачи играют важную роль в формировании понятий. В деле уточнения содержания и дифференцировки понятий им принадлежит ведущая роль. Достигается это благодаря тому, что при их решении внимание учеников не отвлекается математическими расчетами, а полностью сосредоточивается на выявлении существенного в явлениях и процессах, на установлении взаимосвязи между ними.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркс К., Энгельс Ф. Соч.— 2-е изд.— Т. 23.
2. Ленин В. И. Полн. собр. соч.— Т. 29.
3. Ленин В. И. Полн. собр. соч.— Т. 41.
4. Ленин В. И. Полн. собр. соч.— Т. 45.
5. О реформе общеобразовательной и профессиональной школы: Сб. документов и материалов.— М.: Политиздат, 1984.
6. Бабанский Ю. К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса: Методические основы.— М.: Просвещение, 1982.
7. Блудов М. И. Беседы по физике: Ч. I: Учеб. пособие для учащихся/Под ред. Л. В. Тарасова.— 3-е изд., перераб.— М.: Просвещение, 1984.
8. Блудов М. И. Беседы по физике: Ч. II: Учеб. пособие для учащихся/Под ред. Л. В. Тарасова.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Просвещение, 1985.
9. Буров В. А. и др. Фронтальные экспериментальные задания по физике в 6—7 классах средней школы: Пособие для учителей.— М.: Просвещение, 1981.
10. Вавилов С. И. Экспериментальные основания теории относительности//Собр. соч.— М.: 1956.—Т. 4.
11. Горев Л. А. Занимательные опыты по физике.— М.: Просвещение, 1986.
12. Демкович В. П., Прайсман Н. Я. Приближенные вычисления в школьном курсе физики.— М.: Просвещение, 1983.
13. Енохович А. С. Справочник по физике и технике: Пособие для учащихся.— М.: Просвещение, 1976.
14. Зорина Л. Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников.— М.: Педагогика, 1978.
15. Книга для чтения по физике. 6—7 кл.: Пособие для учащихся/Сост. И. Г. Кириллова.— М.: Просвещение, 1986.
16. Копнин П. В. Диалектика, логика, наука.— М.: Наука, 1973.
17. Крупская Н. К. Избр. пед. произведения.— М.: Просвещение, 1965.
18. Крупская Н. К. Самообразование молодежи//Пед. соч.: В 10 т.— М.,— Т. 5.
19. Основы методики преподавания физики в средней школе/Под ред. А. В. Перышкина и др.— М.: Просвещение, 1984.
20. Пидкасистый П. И. Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении: Теоретико-экспериментальное исследование.— М.: Педагогика, 1980.
21. Руководство самообразованием школьников: Из опыта работы/Ред.-сост. Б. Ф. Райский, М. Н. Скаткин.— М.: Просвещение, 1983.
22. Сухомлинский В. А. Избр. пед. соч.— М.: Педагогика, 1980.— Т. 2.
23. Усова А. В. Формирование у школьников обобщенных умений и навыков при осуществлении межпредметных связей//Межпредметные связи естественно-математических дисциплин/Под ред. В. Н. Федоровой.— М.: Просвещение, 1980.
24. Усова А. В., Вологодская З. А. Самостоятельная работа учащихся по физике в средней школе.— М.: Просвещение, 1981.
25. Усова А. В. Формирование учебных умений учащихся//Советская педагогика.— 1982.— № 1.— С. 45—48.
26. Усова А. В., Вологодская З. А. Дидактический материал по физике, 6—7 класс: Пособие для учителя.— М.: Просвещение, 1983.
27. Ушинский К. Д. Собр. соч.— М.; Л., 1950.— Т. 8.
28. Фокина С. Л. К проблеме формирования у учащихся обобщенных познавательных умений//Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся.— Л., 1977.— Вып. 3.— С. 68—77.
29. Формирование учебной деятельности школьников/Под ред. В. В. Давыдова, И. Ломпшера, А. К. Марковой.— М.: Педагогика, 1982.
30. Физика — юным: Теплота. Электричество: Кн. для внеклассного чтения 7 кл./Сост. М. Н. Алексеева.— М.: Просвещение, 1980.
31. Хрестоматия по физике: Учеб. пособие для учащихся/Под ред. Б. И. Спасского.— М.: Просвещение, 1987.

ОГЛАВЛЕНИЕ